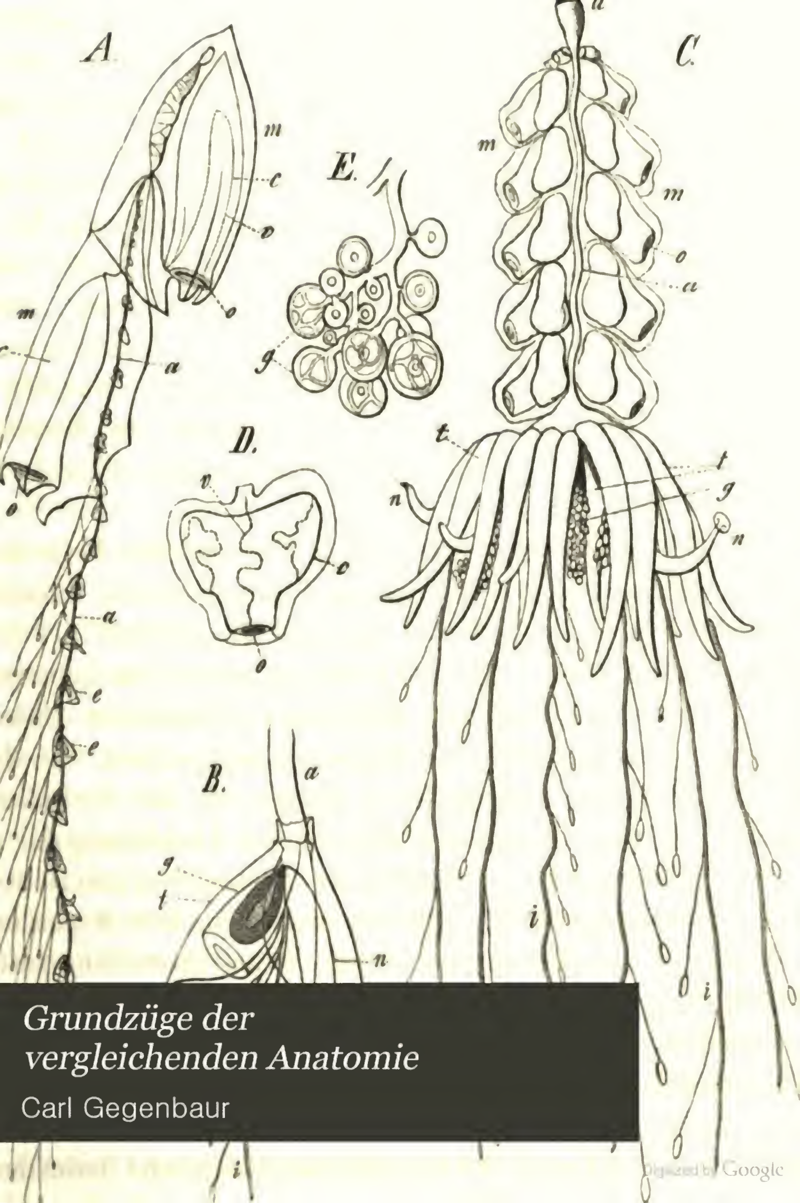


Grundzüge der vergleichenden Anatomie

Carl Gegenbaur

Herrn Professor
L. Agassiz
hochachtungsvoll
d. Verfasser.

GRUNDZÜGE

DER

VERGLEICHENDEN ANATOMIE.

GRUNDZÜGE

DER

VERGLEICHENDEN ANATOMIE

VON

DR. CARL GEGENBAUR,
PROFESSOR DER ANATOMIE ZU JENA.

MIT 198 ABBILDUNGEN IN HOLZSCHNITT.

LEIPZIG,
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.
1859.

VORWORT.

In den vorliegenden Grundzügen unternahm ich eine Darstellung der Organisationsverhältnisse der Thiere, wie solche aus einer vergleichenden Betrachtung sich entwickeln lässt. Ich habe dabei versucht aus der Masse sich fast täglich mehr häufenden anatomischen Details das Planmässige im Baue des Thierleibes herauszulösen, und die den Typus formenden, unter gar vielgestaltiger Hülle geborgenen Grundideen der Erscheinungen überall, wo es anging, in den Vordergrund zu stellen.

Aus diesem mehr auf Verarbeitung des vorhandenen als auf Beiführung neuen Materials abzielenden Plane leitete sich die Darstellung ab, und es konnten aus demselben Grunde die Einzelbeobachtungen nur in beschränkter Weise erwähnt werden. Namentlich mussten die mehr isolirten, in ihrer Tragweite noch nicht abzuschätzenden Thatsachen gegen die zu einem harmonischen Ganzen sich fügenden zurückstehen. Da aber bei der Natur des Gegenstandes dem Lernenden durch eine mehr abstracte oder doch allzusehr generalisirende Darstellungsweise der sichere Boden des Thatsächlichen nicht entrückt werden durfte, musste auch dahin gestrebt werden, die Anschauung durch Eingehen in das Reale des Organbaues lebendig zu halten und auch durch bildliche Darstellung zu heben.

Für die Bereitwilligkeit, mit der der geehrte Herr Verleger sich zur Beigabe von Holzschnitten verstand, sei ihm hier mein Dank ausgesprochen.

Von den bisher üblichen Dispositionen des zu behandelnden Stoffes habe ich abweichen zu müssen geglaubt, und will mich hier zu rechtfertigen versuchen. Die eine Eintheilungsweise, nach

welcher jede einzelne Thierclasse für sich behandelt wird, schloss sich gewissermaassen von selbst aus, da in ihr der vergleichende Gesichtspunkt nur ein untergeordneter ist, mir aber weniger darauf ankam, eine blosse Beschreibung der in jeder Classe vorhandenen Organe zu geben als vielmehr eine Darstellung der Wandelungen der Organe und Organsysteme in der Thierreihe, wie sie vom jeweiligen Typus beherrscht sind. Es hätte sich also nothwendig der andere Eintheilungsmodus ergeben, jener nämlich, dem die grösseren Handbücher von Cuvier und J. F. Meckel, und auch das allerdings auf anderer Basis stehende neue Werk von Milne-Edwards folgen und der die Organe, sie nach ihren physiologischen Beziehungen zum Körper gruppirend, durch die Thierreihe hindurch verfolgt. Ich hielt aber auch diese Weise meinem Zwecke nicht passend, einmal aus didaktischen Rücksichten, und dann weil dadurch einander morphologisch fremde Organe neben einander gestellt werden müssen, so dass das hier einzig gültige morphologische Prinzip dadurch verlassen wird. Aus solchen Gründen bin ich meinen eigenen Weg gegangen, jede grössere Abtheilung des Thierreichs, die nach einem selbständigen nur an den tiefsten Wurzeln mit den übrigen zusammenhängenden Plane gebaut ist, für sich behandelnd; jedoch in den einzelnen Capiteln immer da anknüpfend, wo sich mit einem vorhergehenden Abschnitte eine natürliche Verbindung ergab.

Es konnte auch bei dieser Einrichtung jeder der grossen Abtheilungen eine morphologische Skizze vorausgeschickt und zur leichteren Orientirung des in den Systemen der Zoologie minder bewanderten Anfängers eine systematische Uebersicht beigegeben werden, an der ich Vieles geändert hätte, wenn zugleich eine Motivirung thunlich gewesen wäre. —

So übergebe ich denn dieses Buch Lehrern und Lernenden; sein Zweck wird erreicht sein, wenn es zur Erkennung des über den Formerscheinungen waltenden, diese vereinigenden Planes, und damit zur Verbreitung einer mehr einheitlichen Anschauung der thierischen Organisation Einiges beitragen kann.

Jena, im Sommer 1859.

Der Verfasser.

INHALTSVERZEICHNISS

nach der Reihenfolge der Abschnitte und deren Abtheilungen.

Einleitung.

Erster Abschnitt.

Protozoa.

Zweiter Abschnitt.

Coelenterata.

Dritter Abschnitt.

Echinodermata.

Vierter Abschnitt.

Vermes.

Fünfter Abschnitt.

Arthropoda.

Sechster Abschnitt.

Mollusca.

Siebenter Abschnitt.

Vertebrata.

INHALTSVERZEICHNISS

nach den Organsystemen.

Körperbedeckung und Bewegungsorgane.

Einleitung.

§. 1.
Vorbegriffe.

Die Wissenschaft vom Leben der organischen Natur hat sich seit langem schon in zwei Zweige gespalten, von denen der eine die Erforschung der Vorgänge, welche im Leben und durch das Leben in die Erscheinung treten, der andere die Erforschung der Verhältnisse der materiellen Form, in welcher die Lebensvorgänge sich äussern, sich zur Aufgabe gestellt hat. Physiologische und morphologische Wissenschaft sind auf diese Weise, soweit sie sich auf das Thierreich beziehen, auseinander gegangen. Es kann nicht geläugnet werden, dass die Erreichung des von beiden gemeinsam angestrebten Zieles dadurch in die Ferne gerückt wird, es ist aber auch ebenso gewiss, dass durch die Theilung der Arbeit bei klarem Bewusstsein des Strebens die Bahn nur um so sicherer wird gebrochen werden. Da das gemeinsame Ziel aber weder durch die eine noch die andere Richtung der Forschung für sich erreicht werden kann, sondern erst aus einer Vereinigung beider zur Biologie, so ist es nothwendig, dass beide, selbst auf getrennten Wegen, sowohl einander als auch das Endziel im Auge behalten, und sich immer nur als Theile jenes Ganzen betrachten, durch welche sie allein ihre höhere Bedeutung empfangen.

Die Morphologie hat als specielle Aufgabe die Erforschung der Formerscheinungen des Lebens, wie sie entstehen, sich entwickeln, welche Beziehungen sie zu einander eingehen, und endlich welche allgemeinen Theorien aus den der thierischen Körperform zu Grunde liegenden Ideen sich bilden lassen. Sie betrachtet das Thier nicht nur als fertiges Wesen, sondern auch in allen Zuständen seiner früheren Bildung, und es genügt ihr ebensowenig nur die äussere Form, sondern sie verfolgt die Gestaltung der Theile bis zu den feinsten Organen und deren Elementen, so dass sie hiermit die Lehre von der Entwickelung und vom Baue der Thiere im weitestem Sinne in sich begreift.

Damit sondert sich die thierische Formenlehre auch wieder in zwiefacher Weise ab, und lässt die Entwickelungsgeschichte und die Anatomie der Thiere als Bestandtheile hervorgehen, beide jedoch nur scheinbar selbständig, vielmehr allseitig in einander eingreifend, und sich gegenseitig zu ihrer Vollendung emportragend.

Wenn die Kenntniss des Baues der Thiere für sich (als Zootomie) nur als eine allgemeine morphologische Hilfswissenschaft zu betrachten ist, so tritt sie der Morphologie um Vieles näher, sobald sie sich zur vergleichenden Anatomie erhebt, in der die Fülle des zootomischen Details nur das Mittel ist, um damit den Bauplan der Formen und ihrer Theile zu enthüllen. Es geschieht dies durch Abwägen des gegenseitigen Werthes der einzelnen Körpertheile und deren Beziehungen zu einander sowohl, wie zum ganzen Körper, durch Auffinden und Zusammenstellen des gleichartig Gebildeten, und durch darauf basirte Ableitung allgemeiner Principien, unter deren Herrschaft die einzelnen Thatsachen stehen.

Die vergleichende Anatomie ist somit wesentlich synthetisch, während das Verfahren der Zootomie ein analytisches ist. Analyse und Synthese stehen aber in einem innigen Wechselverhältnisse, und die Erfahrungen der Zootomie geben der vergleichenden Anatomie eine feste Basis ab, auf der sie ihr Gebäude um so dauernder errichten kann, als die ersteren ausgebreitet waren. Der Werth der blossen Thatsache liegt in der aus ihr zu leistenden Ableitung allgemeiner Erscheinungen und der daraus hervorgehenden Regeln und Gesetze. Je reicher das Material der feststehenden Thatsachen ist, um so ausgedehntere Erscheinungsreihen werden durch sie ausgesprochen und abgeleitet werden, und um so sicherer wird die Wissenschaft von übereilter Speculation bewahrt. —

Das Wechselspiel der Lebenserscheinungen hat ursprünglich den gesammten Körper gleichmässig zum Substrate, ohne dass ein Theil vor dem andern zur Erfüllung der Lebensbedingungen vorzugsweise gebildet sei. Die Eizelle, aus der das neue Thier sich entwickelt, sowie selbst viele Thiere im fertigen Zustande zeigen uns diese Erscheinung, und letztere vermögen die Functionen der Empfindung, Ernährung und Zeugung durch alle Körpertheile zu vollziehen, und repräsentiren so das Leben in seinen einfachsten Formen.

Werden die einzelnen Verrichtungen an besondere Körpertheile geknüpft, so sind diese zu dem bestimmten Zwecke besonders gebildet, und erscheinen dann in Bezug auf die Gesammtthätigkeit des Körpers, d. i. auf das Leben, als dessen Werkzeuge, als »Organe«.

Die Vereinigung sämmtlicher vom Leben vorausgesetzten und zu einem Ganzen harmonisch verbundener und zusammenwirkender Organe bildet den »Organismus«. Der Begriff des Organismus beruht aber nicht wesentlich in dem Vorhandensein der Organe, wovon er nur ursprünglich abgeleitet ward, sondern er wurzelt vielmehr in den Functionen, so dass wir alle jene individuellen Körper, welche die Bedingungen

des Lebens selbst ohne Organentfaltung in sich tragen, gleichfalls als Organismen bezeichnen, und dadurch die physiologische Bedeutung des Begriffs aussprechen.

In der Erscheinung der Organe, die uns die unendliche Verschiedenheit der Wege zeigt, auf welchen dasselbe Ziel erreicht wird, sind es vorzüglich zwei Verhältnisse, welche der Gegenstand unserer Beobachtungen und Reflexionen werden, nämlich die Differenzirung der Organe, die allmähliche Bildung jedes einzelnen Organs oder Organsystems in dem gesammten Thierreiche, und zweitens die Beziehungen der verschiedenen Organe zu einander in den einzelnen Lebensformen. Die zuerst in der Localisirung der Functionen auftretende Differenzirung der Organe bestimmt durch ihre Grade den Unterschied, den wir zwischen den einzelnen Organismen statuiren, insofern wir sie als niedere oder höhere bezeichnen. Erstere sind solche, bei denen in Beziehung auf andere die Differenzirung der Organe und somit auch der Function durch geringere Complicirung der Theile eine niedere Stufe aufweist. Der Begriff der höheren Organismen geht dann aus dem entgegengesetzten Verhalten hervor, beide sind somit stets relative, ohne bestimmte Gränze. Darnach gliedert sich auch die ganze Summe der thierischen Organismen in aufsteigender Folge vom einfacheren zum complicirteren, und wir erlangen eben in dieser graduellen Ausbildung der Lebensformen und in diesen der Organe einen Anhaltepunct zu einer allgemeinen Auffassung des Thierreiches als einer fortlaufenden Erscheinungsreihe der Entwickelung vom niederen zum höheren.

§. 2.

Thier und Pflanze.

Der wissenschaftliche Standpunct unserer Anschauungen von der organischen Natur hat sich in keinem Verhältnisse jedesmal so treu abgespiegelt, als da, wo es sich um die Erörterung der Unterschiede handelt, welche zwischen Thier und Pflanze bestehen. Seit jener Zeit, als vor mehr denn hundert Jahren die Thiernatur der pflanzenartig festsitzenden, baumähnlich verästelten und blüthengleiche Individuen tragenden Polypenstöcke kund ward*), hat jede neue Forschung in diesem Gebiete neue Theorien zu Tage gebracht, von denen eine die andere verdrängte.

Als das Mikroskop und seine Anwendung zum Studium der kleinsten Organismen in diesen eine neue Welt erschlossen hatte, da sah man

*) Durch Peyssonnel wurde zuerst 1727 in den *Mémoires de l'Académie des sciences* die thierische Natur der bisher als »Lithophyten« bezeichneten Korallenstöcke nachgewiesen. Freilich konnte man sich auch dann noch nicht ganz mit der Vorstellung vertraut machen, es hier mit ausschliesslich thierischen Wesen zu thun zu haben, was sich am besten in dem nunmehr ihnen zugelegten Namen der »Zoophyten« ausdrückt.

bald, dass hier die Gränze zu suchen sei, und dass diess, so deutlich und zweifellos bei vorhandener Organentfaltung die Bestimmung ob Thier und Pflanze geschehen könnte, gerade hier auf unendliche Schwierigkeiten stiess. So entstand denn sehr bald eine in den verschiedenen Zeiten verschieden grosse Abtheilung von Organismen, die bald für Thiere, bald für Pflanzen angesehen wurden, ja es fehlte auch an solchen nicht, welchen weder die Botaniker noch die Zoologen eine Stelle in ihren Registern einräumten. — Man hat für jene kleinen Wesen eine Reihe von Kriterien aufzustellen versucht, nach denen sie sich in Pflanzen und Thiere scheiden sollten, und es war vor allem die Aufnahme fester Nahrung ins Innere des Körpers, welche ausschliesslich den Thieren zukommen sollte, indess sie dem Pflanzenreiche abginge. Allein das Vorkommen mundloser, unzweifelhafter Thiere, die den Pflanzen ähnlich durch endosmotische, durch ihre Körperoberfläche vermittelte Vorgänge ernährt werden, beraubt jenes Kriterium seiner Allgemeinheit. Auch die chemische Zusammensetzung liefert nichts weniger als genügenden Aufschluss; denn nachdem man längere Zeit hindurch die Bildung stickstoffloser Membranen (aus Cellulose) ausschliesslich den Gewebselementen des Pflanzenreichs zuschrieb und ebenso stickstoffhaltige jenen der Thiere, hat man erstere denn auch an thierischen Körpern nachgewiesen*); und selbst das Vorkommen des Chlorophylls ist ohne entscheidende Bedeutung, seit solches sogar bei manchen Würmern (*Turbellaria*) als ein Bestandtheil des Körpers entdeckt worden ist**), sowie auch viele Pflanzen seit lange bekannt sind, die dieses Stoffes entbehren (Pilze u. s. w.).

Ferner liefert die Art der Zeugung keine Unterschiede mehr, seitdem man weiss, dass gerade die Form der geschlechtlichen Vermehrung, wie sie durch Bildung von Samenfäden und Eikeimen und deren Einwirkung aufeinander bei Thieren besteht, auch niederen Pflanzen zukommt und dort, wie es scheint, in derselben Weise abläuft***); und was die ungeschlechtlichen Vermehrungsacte betrifft, so ist hier die Uebereinstimmung beider Reiche schon längst erwiesen und in dem Maasse offenbar, dass keine Form derselben im Thierreiche existirt, die nicht bei Pflanzen ihr Vorbild hätte. Es drückt sich dies am deutlichsten darin aus, dass mehrfache Formen dieser Vermehrung mit Namen belegt sind, die entsprechenden Vorgängen im Pflanzenreiche entstammen (Sprossung, Knospenbildung).

*) Durch Carl Schmidt (zur vergleichenden Physiologie der wirbellosen Thiere, Braunschw. 1845) im Mantel der Ascidien, wo sie ein Jahr später durch Löwig bestätigt ward (*Ann. des sc. nat. Zool.* 3. *sér. T. V.* 1846).

**) Ein mit dem Chlorophyll der Pflanzen in seinen chemischen Eigenschaften genau übereinstimmender grüner Farbestoff wird von M. Schultze (Beiträge zur Naturgesch. der Turbellarien, Greifswald 1851) bei *Vortex viridis* und *Mesostomum viridatum* nachgewiesen, ausserdem auch noch bei *Hydra viridis* und *Stentor polymorphus* erkannt.

***) Vergl. die verschiedenen Arbeiten von Pringsheim und Cohn.

Die Erscheinung der Ortsbewegung, die, wie man glauben möchte, nur thierischen Wesen zukömmt, ist unter niederen Pflanzen in gewissen Zuständen ihrer Entwickelung eine sehr verbreitete, und gerade jene Organe, die wir im Thierreiche bei der Ortsbewegung eine grosse Rolle spielen sehen, nämlich die Wimperhaare, finden sich ebenso an den Schwärmsporen der Algen. Es lassen die Zellen, in welche sich der Inhalt mancher Algen theilt, einen oder mehrere bewegliche Fädchen aus sich hervorwachsen, mit denen sie zu frei umher schwimmenden Wesen werden. Diese Cilien erleiden erst eine Rückbildung und schwinden, wenn die Schwärmspore in den ruhenden Zustand übergegangen und sich festgesetzt hat. Die Wimperbewegung dieser Organismen sollte aber eine unwillkürliche sein, durch physikalische Vorgänge vermittelt, unter denen endosmotische auf die Ernährung hinzielende Phänomene die Hauptrolle spielten. Wenn man hingegen die Bewegung niederer Thiere (Infusorien) durch Empfindung voraussetzende Willensreflexe vermittelt ansah, und dies aus der Zweckmässigkeit der Bewegung selbst erkennen wollte, so musste man fragen, wo ist hierfür der Maassstab zur Beurtheilung? Es ist offenbar nicht glücklich gewählt, ein so wenig sicheres, ganz in der subjectiven Auffassung des Beobachters liegendes Kriterium, wie es die Willkürlichkeit und die daraus folgende Zweckmässigkeit der Bewegungen ist, zum Angelpuncte einer so wichtigen Frage zu machen, und ebenso unrichtig ist es hierbei, von der noch völlig unerwiesenen Voraussetzung auszugehen: dass der in den Bewegungserscheinungen sich kundgebende Grad vitaler Energien bei thierischen Organismen ein wesentlich verschiedener sei von jenem, der niederen Pflanzen innewohnt. Wo wir gleichen Erscheinungen begegnen, da müssen nothwendig dieselben ursächlichen Momente walten, und wo es unmöglich ist die Verschiedenheiten der Erscheinungen festzustellen, da werden auch die Causalverhältnisse nicht als verschiedene anzusehen sein.

Der hier in Betracht kommende Grad der Empfindung ist als ein unendlich geringer anzusehen, denn das Maass der Empfindung nimmt von seiner höchsten Stufe an durch die ganze Thierwelt hindurch in ebenso stetiger Weise ab, als die allgemeinen Organisationsverhältnisse niedriger werden. Ein einziges Organ vermag uns hier schon diese gewaltigen Differenzen zu veranschaulichen; wählen wir das Auge, und vergleichen wir die Wahrnehmung, die durch das complicirte Sehorgan eines Vogels oder Säugethiers zu Stande kömmt, mit jener, welche ein blosser, mit einem specifisch percipirenden Nerven versehener Pigmentfleck eines Wurmes vermittelt. Die Unterscheidung von Farben und bestimmten Bildern ist zur blossen Wahrnehmung von hell und dunkel herabgesunken. Wenn schon in diesem Falle bei vorhandenen bestimmten Organen eine so grosse Verschiedenheit des Grades der Empfindung besteht, um wie viel beträchtlicher muss die Verschiedenheit der allgemeinen Empfindung sein, für die wir am einen Ende der Thierreihe ein hoch ausgebilde-

tes Nervensystem bestehen sehen, während am anderen Endpuncte keine Spur von irgend welchen Organen vorhanden ist.

Aus diesen Gründen darf also auch die Willkürlichkeit der Bewegungen als Kriterium für die Thiernatur nicht festgehalten werden, wozu uns mehr der mangelnde Nachweis derselben für die niedersten Thierformen, als das Vorkommen derselben Erscheinungen bei niederen Pflanzen bestimmt.

Wollen wir jedoch für die niedersten Thiere das Bestehen einer solchen die Willkür in der Bewegung bedingende Empfindung postuliren, so wird nach den vorliegenden Thatsachen unerlässlich, dieselbe auch den niederen pflanzlichen Organismen zuzuschreiben.

Von diesem Gesichtspuncte aus muss auch eine Reihe anderer an obige sich innig anschliessender Erscheinungen beurtheilt werden, die in der Contractilität des Zelleninhaltes beruhen. Man hat auch diese ausschliesslich den Thieren zutheilen wollen, indem man die Pflanze von vorn herein als starr sich gedacht hat. Ausser den Contractilitätsäusserungen, wie sie als allgemeine, den Elementen der Pflanzen wie Thiere zukommende Phänomene bei der Theilung der Zelle auftreten, sind aber noch zweierlei bei Pflanzen vorkommende Thatsachen anzuführen, welche beide merkwürdige Uebereinstimmungen mit Vorgängen an Thierorganismen aufweisen.

Die erste dieser Thatsachen bilden die Saftströmungen im Innern von Pflanzenzellen. Das dem Inhalte einer thierischen Zelle analoge Protoplasma theilt sich, um den Kern angesammelt, von da aus in vielfache die Zelle durchziehende Ströme, die mannichfaltig umbiegen und mit einander zusammenfliessen, und endlich wieder zum Kerne, wo die Hauptansammlung bleibend statt hat, zurückkehren *). Bei dieser Erscheinung bewegen sich beständig reichliche Körnchenmassen mit dem strömenden Protoplasma fort, wiederholen ganz die Bewegungsphänomene, wie sie an und in den fadenartigen Ausläufern der Sarcodesubstanz bei den Rhizopoden sich kund geben, und auch in den Fäden im Innern des *Noctiluca*-Körpers vorhanden sind, so dass eine Vergleichung beider wohl gerechtfertigt ist **). Noch mehr wird man dazu hingedrängt, wenn man jene ebenfalls Strömung zeigenden einzelligen Pflan-

*) Die Saftströmung ist beobachtet in zahlreichen jungen Zellbildungen, so dass Schleiden vermuthet, dass sie in allen Pflanzenzellen, so lange der Kern noch thätig sei, vorkomme (Grundzüge der wiss. Botanik, 3. Aufl., Bd. I., p. 308). Am bekanntesten sind die Strömungen bei Charen, bei *Vallisneria spiralis*, bei verschiedenen *Nitella*-Arten, bei den Beeren von *Symphoricarpus racemosa*, und endlich bei vielen Haargebilden der Pflanzen, unter denen die Haare von den Antheren der *Tradescantia* besonders erwähnenswerth sind.

**) Vergl. Cohn in den Nachträgen zur Entwickelungsgeschichte des *Protococcus pluvialis* (*Nov. act. acad. Leopold. Carol.* Bd. XXII. P. II.). Neuerdings: M. Schultze, Innere Bewegungserscheinungen bei Diatomeen, Müll. Archiv. 1858.

zenorganismen (Diatomeen) ins Auge fasst, bei denen dann nur der feste Kieselpanzer den aus diesen Bewegungserscheinungen sonst nothwendigerweise resultirenden Formenveränderungen des Körpers eine Schranke setzt.

Die zweite Thatsache beruht in den Contractionen einer ganzen Zelle. Sie findet sich bei den jungen Sporenbildungen einiger niedern Algen, und ergibt eine überraschende Aehnlichkeit mit den Bewegungen der Amoeben, indem die obwohl langsam, aber doch deutlich sich bald da bald dorthin ausstreckende und zusammenziehende Zelle wirkliche Ortsveränderungen eingeht. Das ganze Phänomen schwindet mit der Bildung einer festeren Membran, mit der zugleich der ruhende Zustand des kleinen Wesens sich einleitet*).

Mit diesem Nachweise von Contractilität bei pflanzlichen Organismen ist denn der belangreichste, wie in seinen Consequenzen mächtigste Unterschied zwischen den niedersten Formen des Thier- und Pflanzenreichs gefallen, und wir müssen eine Gruppe einfachst gebauter Wesen annehmen, in denen die sonst für beide organische Reiche characteristischen Eigenschaften mit einander vermischt sind, ohne jedoch an einen wirklichen Uebergang von Thier in Pflanze und umgekehrt denken zu wollen.

Wir stehen allerdings erst am Beginne einer tiefer gehenden Durchforschung dieses Gränzgebietes, allein soviel darf doch als feststehend angesehen werden, dass nicht die concrete Form oder deren momentane Erscheinungen es sind, welche die Schranken ziehen, sondern dass die Bestimmung nur durch die allgemeine Erfassung der gesammten Lebensprocesse geleistet werden kann. Die bestehende Gränze ist für sich nicht bemerkbar, denn die einfachsten Anfänge beider Reiche sind dicht neben einander gelegt.

Man kann solche niedere Organismen mit dem Eie irgend eines Thieres vergleichen, insofern solches schon als ein bestimmtes Thier potentia repräsentirend gedacht werden kann, obgleich noch alle Charactere, welche eben das vollkommene Thier oder seinen Typus auszeichnen, ihm abgehen. Wie nun die virtuelle Bedeutung des Eies als einem bestimmten Thiere entsprechend nicht aus den Eigenschaften des Eies genommen ist, weder aus Form und Zusammensetzung, noch aus den Lebenserscheinungen, die es sonst etwa noch als Ei wahrnehmen lässt, sondern vielmehr aus dem in ihm geborgenen Entwickelungsleben, welches nach und nach eine bestimmte Thierform hervorgehen lässt: so muss eben auch die Bedeutung jener Wesen als Thiere oder anderer als Pflanzen nicht aus ihrem concreten Zustande derivirt werden, sondern sie muss aus den Erscheinungen hervorgehen, die in der Gesammtentwickelung

*) Nach mündlicher Mittheilung Prof. Schenk's in Würzburg, welchem ich auch die Gelegenheit verdanke, jene Beobachtungen zu bestätigen. Vergl. auch Cienkowski's Aufsatz in: *Bull. de St. Pétersb.* (*Mélang. biolog. T. III.*) 1858.

derselben auftreten, sowie aus den schon deutlicher Pflanzen- oder Thiernatur tragenden Formen, die in engem Anschlusse an jene zweifelhaften Organismen stehen.

Die Spore der niederen Algen ist für sich von einem niederen Thiere von vorn herein nicht unterscheidbar, dagegen lehrt deren fernere Entwickelung, dass eine wirkliche Pflanze daraus hervorgehe, woraus denn nothwendig auch auf die pflanzliche Natur des Jugendzustandes geschlossen werden muss. Und wiederum: eine Diatomee, die ihr contractiles Protoplasma durch bestimmte Oeffnungen der Kieselschale pseudopodienähnlich hervorstreckt, oder eine ihr ganzes Leben hindurch mit Cilien ausgestattete und deshalb stets sich schwärmend bewegende Volvocine, können für sich für Thiere angesehen werden, wie diess auch Ehrenberg und andere nach ihm behaupteten, indem sie einzelne nicht entscheidende Merkmale oben anstellten, und unter diesen namentlich eine Willkürlichkeit der Bewegung annahmen, deren Bedeutung schon oben besprochen worden ist. Dagegen bleibt uns hinsichtlich der Beziehungen dieser Wesen wohl kein Zweifel mehr übrig, sobald wir die einzelligen Diatomeen mit den aggregirten Baccillarien und die Volvocinencolonien mit den wimperlosen Micrasterien u. s. w. vergleichen und von diesen aus wieder zu relativ höheren Formen der Pflanzenwelt übergehen. Wir treten hierbei an eine ununterbrochene Entwickelungsreihe der Formen, aus der uns der innere Zusammenhang hervorleuchtet. Ganz verschieden ist aber das Resultat der Vergleichung, wenn wir eine contractile Algen-Spore mit einer Amoebe, oder eine bewimperte Volvocine mit einem Infusorium zusammenhalten. Durch die Amoeben werden wir zu den schalentragenden Polythalamien geleitet, und in den Infusorien treffen wir höchst zusammengesetzte Organismen an, die beide schon auf deutlich markirtem thierischem Gebiete stehen, und nur die allgemein organische Natur mit jenen Wesen gemein haben *).

Diese Methode der Vergleichung ist es denn auch, aus der unsere Gesammtanschauungen von den beiden organischen Naturreichen resultiren. Wir treffen dabei auf allgemeine morphologische Erscheinungen,

*) Man hat unter den niederen Organismen eine scheinbar nicht unbeträchtliche Uebereinstimmung in gewissen Entwickelungserscheinungen erkannt, und ist durch einige davon, z. B. den Encystirungsprocess, verleitet worden, das Gränzgebiet noch unsicherer darzustellen, als es wirklich ist. Offenbar hat man dabei der allgemeinen Bedeutung dieses Processes zu wenig Rechnung getragen. So liegt in der Encystirung der Euglenen kein Moment geborgen, welches auf ein Thier hinwiese, denn die nur ähnliche Einkapselung der Vorticellen und anderer Infusorien ist schon durch das Substrat wesentlich verschieden, dagegen schliessen sich die Euglenen enge an einzellige Algen an, ihr Encystirungsprocess ist der gleiche wie bei Protococcus, in seinem Verlaufe sowohl als im Resultate, und die sich einkapselnde Euglene ist nur durch den länger dauernden Mangel einer starren Hülle um die bewegliche Primordialzelle vor Protococcus ausgezeichnet, bei welchem die Schwärmzelle nur kurze Zeit der Cellulosenumhüllung entbehrt. (Vergl. Cohn op. cit.)

die sich schon in den niederen Bildungen kund geben, und die auch bei höherer Entwickelung noch persistirend sind. Damit verknüpft sich noch eine Reihe physiologischer Thatsachen, die wir mit dem vorigen in ein gemeinsames Bild zusammenfassen können. Als allgemeiner Ausgangspunct für Thier- und Pflanzenreich dient die belebte Zelle, als kleinster Organismus eine Summe von Eigenschaften besitzend, die für unsere sinnliche Wahrnehmung in Thier und Pflanze völlig gleich erscheinen. Eine Trennung in animale und vegetative Lebensäusserung ist daher von vorn herein unmöglich, es sind eben einfach vitale Processe, die wir an jenen kleinsten Wesen vor sich gehen sehen. Das Thier ist nicht deshalb Thier, weil in ihm ein neues Princip, das animale, auftritt, während die Pflanze sich auf das vegetative beschränkte: sondern das, was wir animale Erscheinungen nennen, ist nur eine Steigerung der allgemein vitalen, die als solche auch der Pflanze zukommen. Verbinden sich mit den periodischen Lebenserscheinungen eines solchen niederen Organismus noch besondere Vorgänge, die an höher entwickelte Anschlüsse bieten, so trennen wir auch erstere darnach in Thiere und Pflanzen.

Bei den Pflanzen bleibt der einheitliche Organismus der vitalen Zelle bestehen, selbst wenn grössere Zellencomplexe in bestimmten Formen vereinigt sind und damit höhere, d. i. complicirtere pflanzliche Organismen vorstellen. Die Bewegungen des Protoplasma in den Saftströmungen geben Belege hierfür. Es äussert sich deshalb in der ganzen Pflanze keine absolut höhere Lebensthätigkeit als in ihren einzelnen Zellen oder in dem Organismus einer einzelligen Pflanze, und die Art der Vollziehung der Lebenserscheinungen lässt sich immer auf Vorgänge zurückführen, die von Zellen ausgehen und an ihnen ihren Ablauf nehmen, ohne dass der Gesammtorganismus als solcher dabei wesentlich betheiligt ist*).

Die vitale Individualität wahrt sich auch noch bei den niedersten Thieren innerhalb der Zellenschranke. Mit der Mehrzelligkeit und der daraus hervorgehenden Complicirung des Organismus tritt aber ein wechselseitiges Abhängigkeitsverhältniss der einzelnen Zellen und Zellengruppen von einander auf, oder mit anderen Worten, es erscheint eine Differenzirung in physiologisch ungleichwerthige Elementartheile, die ihre vitalen Energien unter einander verschmolzen haben, und von de-

---

*) Die grosse Selbständigkeit der pflanzlichen Zelle äussert sich auch bei den höheren Pflanzen in der Bildung der Intercellularsubstanzen, durch welche so recht die Isolirung des Zellenorganismus sich darthut, selbst wenn er unter der Herrschaft allgemeiner, die ganze Pflanze berührender Erscheinungen steht. Man könnte versucht sein, die Intercellularsubstanz mit der Bindesubstanz der Thiere zu vergleichen, allein die Aehnlichkeit ist nur eine äussere, selbst wenn man die Zellen der Pflanze den Organen der Thiere gleich setzt. Im übrigen geht aus der Vergleichung beider vielmehr die fundamentale Verschiedenheit hervor, denn die Bindesubstanzen sind es, welche den einheitlichen Thierorganismus nicht allein mechanisch zusammenhalten, sondern auch alle Theile durchdringen, und durch ihre feineren Einrichtungen in der Ernährung derselben eine lebendige Rolle spielen.

nen mit Ausnahme der zur Erzeugung neuer Wesen bestimmten (der Eizellen) keine mehr selbständig thätige Organismen sind. Dieses Aufgeben der Selbständigkeit der Elementartheile und ihr Beherrschtsein von einzelnen Centren aus bedingt aber auch eine höhere Potenzirung und dabei auch grössere Individualisirung des Gesammtorganismus, und diese ist es, wodurch das Thierreich sich wesentlich vom Pflanzenreiche unterscheidet, wenn einmal die Formen aus dem niedersten, einzelligen Zustande herausgetreten sind. Für letzteren entscheidet nur die Entwickelungsreihe, so lange die Frage, was ist Thier? was Pflanze? in der sich die Gesammtaufgaben der Zoologie oder Botanik im allgemeinsten Sinne concentriren, noch nicht gelöst sein wird.

§. 3.

Vom Aufbaue der Organe im Thierleibe.

Wenn wir den Ausgangspunct der Betrachtung von der Differenzirung der Organe von der einfachsten thierischen Lebensform aus nehmen, so tritt uns als solche sowohl in dem ganzen Thierreiche als auch bei jedem einzelnen Individuum im Beginn seiner Entstehung die »Zelle« entgegen, und wie wir im Eie, in der Eizelle, die ganze Erscheinungsreihe der späteren Organentfaltung potentia enthalten erkennen müssen, so finden wir in den niedersten thierischen Organismen die sämmtlichen, das thierische Leben bedingenden Functionen an die einfachst gestaltete materielle Unterlage geknüpft, und in einfachster Weise sich abspielend. Die gleichartige Beschaffenheit des Körpers, die nur aus einer homogenen, durch Bewegung*) Leben beurkundenden Grundsubstanz mit eingestreuten Molecülen gebildet ist, und höchstens noch ein festeres Gebilde birgt, welches als Centrum der vegetativen Erscheinungen dient, und hier wie bei der Zelle als dem Elementartheile zusammengesetzterer Organismen als »Kern« bezeichnet wird, lässt auch die physiologische Bedeutung der einzelnen Theile der Körpersubstanz einander als gleichwerthig erscheinen, und jeden derselben zu den verschiedensten Verrichtungen gleichmässig befähigt erachten. Erst mit dem Heraustreten des Organismus aus diesem ursprünglichen Zustande scheiden sich die Verrichtungen und werden nun von besonderen Körpertheilen, seien es blosse Theile des Körpers, die ohne distincte Abgranzung bestehen, oder seien es räumlich abgegränzte Organe, getragen. Schon der erste sichtbare Act der Lebensthätigkeit des sich zum jungen Thiere entwickelnden

*) Die Erscheinung der Bewegung ist auch für die Eizelle ein Kriterium des Lebens; denn wenn wir von den in sehr beschränkter Weise beobachteten Contractionsphänomenen des Dotters am Eie verschiedener Thiere absehen, so ist die Bewegung — (es handelt sich hier nicht um Ortsveränderung, die nur Resultat einer Bewegung ist) — beim ersten Entwickelungsvorgange, der Theilung der Eizelle, oder der Abschnürung einzelner Theile von der Eizelle, die einzig durchgreifende, sinnlich wahrnehmbare Lebenserscheinung.

Eies beginnt mit einer Differenzirung der Theile, mit dem sogenannten Furchungsprocesse, durch den anfänglich gleichartige Formelemente hervorgehen, die in der Fortsetzung des Processes zu ungleichartigen sich auflösen, und als solche dann die ersten Organe zusammen. So entwickelt sich durch die Differenzirung des Körpers das System der Schutz- und Stützorgane sammt den Bewegungsapparaten, die Organe der Empfindung, jene der Ernährung, und endlich die Werkzeuge, die für die Fortpflanzung thätig sind.

a) Die Integumentbildungen sind es, die mit ihrem ersten Auftreten als eine äussere, physikalisch und oft auch chemisch von der übrigen Körpersubstanz verschiedene Schichte die bestimmte Abgränzung des Leibes gegen die Aussenwelt bedingen, und die, indem sie der allseitig möglichen Ausdehnung des Körpers (jenen Bewegungen, wie wir sie bei den Rhizopoden sehen) eine Schranke setzen, zugleich als formgebend für den Körper erscheinen. Die Integumentbildung complicirt sich von jenen Fällen an, wo sie nicht mehr blos durch ein anderes chemisch-physikalisches Verhalten vom übrigen Körper differirt, sondern wo eine Reihe von Elementartheilen in ihre Zusammensetzung eingehen, d. h. wo der nunmehr einen Zellencomplex vorstellende Organismus seine äussersten Schichten besonders geformt, als Hautorgane erscheinen lässt. Von hier aus entspringt eine Reihe der verschiedenartigsten Bildungen der Integumente, und vor Allem erscheint hier die Bildung von Schalen und Gehäusen, die schon unter den einfachsten der Thierformen zu Stande kommen. Die schichtenweise Ablagerung einer organischen, mit Kalktheilen mehr oder minder reich geschwängerten Substanz auf der Oberfläche des Körpers bildet das Wesentliche der Schalenentwickelung, die somit ursprünglich kein in dem Körper, sondern auf oder über demselben stattfindender Process ist, den das Hautorgan einleitet und ausführt und der nur bei der Verkümmerung seiner Bedeutung in das Innere des Hautorganes verlegt wird. Damit erscheint zugleich die secretorische Thätigkeit dieses Organs, die in einzelnen Thierabtheilungen (unter den Mollusken) massenhafte Producte liefert. Diese Schalen oder Gehäuse sind denn in der Regel nicht mehr blosse Integumente, zum Schutze des Körpers dienend, sondern sie dienen meist sämmtlich noch als Stützen des Körpers, durch welche die verschiedenen Organe in der ihnen zukommenden Lage erhalten werden, eine Function, die sich erst später von den Integumenten trennt. Von den blossen Schalenbildungen durch die Genese und die Bedeutung für den Thierkörper verschieden sind die Hautscelette, die durch Kalkdepositionen im Innern des Integumentes selbst entstehen; die Quantität des abgelagerten Kalkes, sowie der Grad der Verbindung der einzelnen Partikelchen desselben unter einander, sind die Factoren, aus denen die mehr oder minder starre Beschaffenheit des so veränderten Integumentes resultirt, und von noch dehnbarer weicher Haut, schwanken diese Bildungen bis zu vollständig festen, starren Schalen, die nur äusserlich noch von dem weichen Inte-

gumentreste bedeckt sind. Echinodermen und auch Polypenthiere geben hiefür Beispiele ab.

Während so auf der einen Seite durch Aufnahme unorganischer Stoffe ein Festwerden des Integumentes erfolgt, und letzteres sich zum »Hautscelette« umwandelt, so wird dasselbe Resultat auch wieder auf anderem Wege erzielt, indem die zellig organisirte Hautschicht des Thieres eine bald weiche, bald derbere und resistente organische Substanz über sich absetzt, die in einfachem oder mehrfach geschichtetem Lager den gesammten Thierleib umkleidet. Diese ausgeschiedenen Cuticularschichten stehen aber immer in innigem Zusammenhange mit der darunter liegenden weichen Matrix, von der sie gebildet sind, und da, wo sie eine besondere Dicke erreichen, setzt sich sogar noch die Zellschicht mit Ausläufern in sie fort, und stellt so eine innige Verbindung her, durch welche eine selbst nur im Allgemeinen sich haltende Vergleichung mit den auf ähnliche Weise zu Stande gekommenen Kalkschalen und Gehäusen der Mollusken einigermassen erschwert wird.

Die Weichheit und Biegsamkeit dieser Integumentbildung gestattet dem Thiere innerhalb seiner Bewegung eine gewisse Breite, und erlaubt Streckung und Ausdehnung des Körpers (bei Würmern), während ein Festerwerden jener Schichten schon engere Schranken zieht, bis dann durch Hinzukommen einer chemischen Umwandlung derselben durch die Chitinisirung völlig starre Hautgebilde erzeugt werden (Arthropoden). Die Beweglichkeit des Körpers, der unter diesem Vorgange Eintrag geschieht, wird aber durch einen andern mit jenem sich combinirenden Vorgang wieder hergestellt, nämlich durch die Gliederung des Körpers. Die einzelnen hinter einander liegenden Leibesabschnitte, die durch starre Chitinringe bedeckt sind, werden beweglich in einander gelenkt, indem die Haut an den Verbindungsstellen mit relativ dünneren und weicheren Chitinstraten sich überzieht, und so sehen wir in demselben Maasse, als der Körper deutlich gegliedert erscheint, den Wechsel zwischen festeren und weicheren Abschnitten ausgeprägt. Schon die Ringelwürmer, mehr aber noch die Arthropoden zeigen diese Erscheinung. Der äussere Chitinpanzer der letzteren, der allerdings hinsichtlich seiner Festigkeit vielfache Modificationen zeigt, bildet immer ein wahres Hautscelett, indem er inneren Theilen als Stütze dient, und sogar noch besondere Fortsätze nach Innen abgibt, sowie auch den Gliedmassen dieser Thiere ihre Festigkeit durch das chitinisirte Integument zu Theil wird. Auf diese Weise ist allmählich die früher einfachere Bedeutung des Integumentes in eine mehrfache übergegangen, indem sie zugleich die Rolle eines Stützorganes übernommen hat.

b) Bei höher organisirten Typen vertheilt sich diese doppelte Function wieder, nämlich mit dem Auftreten innerer Stützorgane, die unabhängig von der Umhüllung des Körpers sich entwickeln. Obgleich mit dieser Einrichtung noch zahlreiche feste Bildungen in der Hautdecke vorkommen (Schuppen der Fische, Panzer der Crocodile und Gürtel-

thiere), die sich sogar mit Theilen des inneren Sceletts inniger verbinden können, (Schild der Chelonier), so hat doch hier das Integument durch diese Verhältnisse keinen wesentlichen Antheil an der Leibesform gewonnen, wirkt nicht bedingend für sie, die nun schon viel deutlicher durch die Gesammtorganisation ausgesprochen ist, und bietet keine Stützpuncte für innere Organe, sondern verharrt in seiner einfachsten Bedeutung als Körperhülle, als welche es unter den mannichfaltigsten Modificationen seiner speciellen Organisation fortbesteht. Die inneren Stützorgane treten schon ursprünglich (bei den Wirbelthieren) in einem gegensätzlichen Verhältnisse zu dem vom Integumente gebildeten festen Körpergerüste, zum Hautscelette, auf, und übernehmen nicht allein die physiologische Bedeutung desselben, indem sie dem Körper ein Gerüste abgeben, um welches sich die verschiedenen Organe gruppiren, wie selbe sich vorher in dem Hautscelette angeordnet hatten: sondern sie führen diese Bedeutung auch in viel mannichfaltigerer Weise aus und erheben die Gesammtorganisation durch reichliche Gliederung ihrer festen Bestandtheile (Knorpel, Knochen) auf eine höhere Stufe. Die Selbständigkeit der inneren Scelette ergibt sich nicht allein aus der Mannichfaltigkeit ihrer graduellen Ausbildung vom einfachen knorpeligen, gleichmässig geformten Rückgrate (der *Chorda dorsalis*) bis zu der Bildung einer aus knöchernen Abschnitten bestehenden Wirbelsäule, mit der sich eine grosse Anzahl weiter den Körper durchsetzenden Stützgebilde in Verbindung setzt, sondern sie geht auch aus dem bedeutenden Grade hervor, in dem durch sie die Gestaltung der Thiere beherrscht wird.

c) Die Formveränderungen des Körpers werden am einfachsten durch die Contractilität der ihn darstellenden homogenen Substanzen zu Stande gebracht (Protozoen), und diese Erscheinungen bedingen zugleich die Locomotion (Rhizopoden, Gregarinen), während bei anderen, selbst ohne dass eine Differenzirung von Muskeln erfolgt ist, besondere Locomotionsorgane hinzutreten. Solche erscheinen zuerst in den den Körper umkleidenden feinen, beweglichen Härchen, den Cilien, und diese Bewegung mittels Wimperhaaren ist nicht allein die einzige Art der Locomotion, wie sie bei den Infusorien stattgefunden, sondern sie verbleibt es auch noch vielfach für höher stehende Organismen, so für die Strudelwürmer und Rotatorien, und erscheint auch später noch in den ersten Entwickelungszuständen vieler Thiere, von denen namentlich Würmer und Mollusken anzuführen sind.

Bei der ersten Ausbildung von besonderen, die Bewegung des Körpers oder einzelner Theile desselben vermittelnden inneren Organen, nämlich der Muskeln, erscheinen diese contractilen Fasergebilde innig mit dem Hautorgan verwebt; sie stellen einen dicht unter letzterem gelegenen Schlauch vor, der durch Verkürzung oder Verlängerung die Locomotion des Körpers bewerkstelligt, und in welchem noch keinerlei regelmässige Gruppirung in einzelne sich antagonistisch verhaltende Partien erfolgt ist. Nur die Bildung von übereinander liegenden Straten, die in der

Richtung ihrer Fasern sich kreuzen können (wie bei Coelenteraten und niederen Würmern, auch manchen Mollusken) gibt den Fortschritt zu einer höheren Organisationsstufe zu erkennen. Dazu tritt noch eine ungleichmässige Entwickelung der Musculatur, ihre reichlichere Bildung an einzelnen Körperstellen, welche denn vorzugsweise die Ortsbewegung des Körpers übernehmen. Der Fuss der Mollusken in seinen vielgestaltigen Metamorphosen gibt Beispiele ab.

Die Trennung des allgemeinen Hautmuskelschlauches in einzelne Muskelgruppen, somit eine höhere Stufe der Entwickelung dieses Organsystemes, erscheint erst mit der Bildung von festen Körpergerüsten, seien es äussere oder innere Scelette. Diese dienen dann mit ihrer Oberfläche als Insertionsstellen, und erscheinen, wenn beweglich unter einander verbunden, wie Hebelarme, die, durch das Muskelsystem in Thätigkeit gebracht, eine energische (active oder passive) Bewegung des Körpers produciren.

Die Differenzirung der Musculatur in einzelne Gruppen, die je nach der Gliederung des Scelettes verschieden reich entwickelt sind, tritt schon bei den Echinodermen auf (am meisten bei Seesternen) und ist von da an um so complicirter, je entwickelter die festen Bildungen sind, und je mannichfacher die Beziehungen, welche diese unter einander eingehen (Musculatur der Arthropoden und Wirbelthiere). Die Segmentirung des Körpers durch die Gliederung des Hautscelettes bei den Arthropoden bringt somit in Beziehung auf die Musculatur im Grossen dasselbe zu Stande, wie die Gliederung des inneren Scelettes der Wirbelthiere, nämlich eine Anzahl verschiedener gegen einander wirkender und eben dadurch im Einklange stehender Muskelgruppen, die, je grösser die Ungleichartigkeit der einzelnen Körperabschnitte ist, um so mannichfaltiger sich darstellen.

d) Die Organe der Empfindung, die sich in Nervensystem und Sinneswerkzeuge theilen, sind unter allen Organen der Thiere diejenigen, die wegen der Schwierigkeit der physiologischen Beurtheilung, die doch für die Erkenntniss der Bedeutung die Grundlage abgeben muss, sich am dunkelsten verhalten. Diese Erkenntniss ist um so mehr erschwert, je weiter sich die betreffenden Organe in morphologischer Hinsicht von jenen der höheren Thierformen, *in specie* der Wirbelthiere entfernen, und es ist oft nur ein blosser Schein von Analogie, der uns bestimmt, dieser oder jener Bildung am oder im Körper diese oder jene Bedeutung zuzuschreiben. Am meisten gilt diess für die Organe der Sinnesempfindung, da uns hier jeder Maassstab abgeht, um zu entscheiden, inwiefern eine Einrichtung zur Wahrnehmung eines sinnlichen Eindruckes qualificirt erscheint. Zudem ist gänzlich unbekannt, ob die Reihe der Sinnesempfindungen, wie sie durch die Physiologie am Menschen analysirt werden konnten, sich auch in derselben Weise im Thierreiche abschliesse, ja es ist sogar mit Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass total verschiedene äussere Lebensbedingungen, wie sie sich in der

Organisation der Thiere abspiegeln, auch eine Verschiedenheit in der Art der Sinnesempfindungen setzen werden.

Wie bei den übrigen Functionen werden auch für die der Empfindung bei den niedersten Thieren keine Organe gebildet, und es vollzieht selbst der nach anderer Richtung schon differenzirte Thierleib (z. B. bei Infusorien) die bezüglichen Functionen in einem uns nicht abschätzbaren Grade. Wo ein Nervensystem zuerst sich angelegt zeigt, erscheint es immer als ein im Inneren des Körpers geborgenes Organ, aus Zellen zusammengesetzt und faserige Gebilde (Nervenfäden) nach verschiedenen Richtungen ausstrahlend. Je deutlicher sich seine zelligen Elemente (Ganglienzellen) von den faserigen abgränzen, um so bestimmter wird der Unterschied zwischen Centralorgan und peripherischen Theilen. Aus Zellen zusammengesetzte Centralorgane (Ganglien) können sich in höherer Abstufung unter einander verbinden und stellen dann grössere Nervenmarkmassen vor. Die Lagerung dieser Theile richtet sich immer nach dem allgemeinen Plane des Thieres, so dass sie bei radiärer Anlage radiär, bei bilateraler bilateral symmetrisch erscheinen. Selbst wenn diese Symmetrie in der äusseren Form oder den übrigen inneren Organen verloren geht, besteht jene des Nervencentrums (Gehirnes) noch fort.

Die Gliederung des Nervensystemes macht sich zuerst durch eine Vermehrung der Centralorgane (Ganglien), unter denen jedoch eines (als Gehirn) an Grösse und Ausbildung prädominirend bleibt, so dass die durch Nervencommissurstränge damit verbundenen immer in einem Abhängigkeitsverhältnisse sich herausstellen. In der Vermehrung dieser Ganglien, die entweder mit den Centralorganen verbunden oder sich in die peripherischen Verbreitungsbezirke der Nerven einlagern, besteht die materielle Ausbildung des Nervensystems. Diese Erscheinung ist aber nicht eine absolute, sondern sie ist immer begleitet, ja wir dürfen wohl sagen bedingt, von dem Ausbildungsgrade, welchen die übrigen Körpertheile aufweisen. Es ist dies in allen Fällen deutlich darin ausgesprochen, dass die betreffenden Centraltheile des Nervensystems um so entwickelter sind, je ausgebildeter die Organe erscheinen, die von ihnen mit Nerven versehen werden.

Es lassen sich von hier aus drei Grundformen des Nervensystems erkennen, welche die Endpuncte der ursprünglichen einheitlichen Bildung sind.

1) Bei einer strahligen Anordnung des Körpers erscheint das Nervensystem gleichfalls radiär gebildet. Die Centralorgane entsprechen in Zahl und Lagerung den Radien. Alle aber sind durch Commissuren unter einander verbunden, so dass ein Nervenring mit davon ausgehenden Radien zum Vorschein kommt. Radiäre Grundform (bei Echinodermen).
2) Das Nervensystem besteht bei bilateraler Körperanlage aus einer über dem Schlunde gelegenen Ganglienmasse, die aus beliebiger Zahl von kleineren Ganglien zusammengesetzt sein kann. Mit einer

höheren Entfaltung entsteht ein Nervenring um den Schlund, indem auch unter dem Schlunde noch Ganglien auftreten, die mit jenen über demselben durch Commissuren in Zusammenhang stehen. Diese Bildung theilt sich wieder nach zwei Richtungen:

a) Es besteht das einfache Verhältnisss des Nerven-Schlundringes in seiner Wesenheit unverändert fort, und zeigt eine weitere Ausbildung nur in der Vergrösserung der dem oberen oder dem unteren Schlund-Ganglion zugehörigen Nervenmassen, oder es vereinigen sich alle ganglionären Partien des Schlundringes zu einer einzigen Masse, die dann entweder oben oder unten gelagert ist, und die Schlundringbildung durch eine Commissur vervollständigt. Von der Annäherung bis zur völligen Verschmelzung der betreffenden Ganglien zu einer Masse kommen alle Uebergänge vor, und der Bildungsgrad, sowie alle Lagerungsverhältnisse der von den bezüglichen Centraltheilen mit Nerven versorgten Organe bewirken diese Verschiedenheiten. Einige Würmer, dann auch die Mollusken sind hier Repräsentanten für diese Form.

b) Mit dem Schlundringe verbindet sich eine Anzahl hinter einander gelegener Ganglien, die unter einander durch Längscommissuren zu einer Ganglienkette vereinigt sind. Die Ganglienkette besteht aus einer Wiederholung des unteren Schlundganglions, welches auch in eine solche Reihenfolge einzelner Ganglien aufgelösst angesehen werden kann, so dass die gesammte Kette als das Aequivalent des in der vorigen Grundform einheitlichen unteren Schlundganglions erschiene. Es lagert sonach diese Ganglienreihe zunächst der Bauchfläche des Thieres, sie bildet ein »Bauchmark«. Dieses erscheint gleichmässig mit der Gliederung des Körpers in hinter einander folgenden Abschnitten, von denen ursprünglich ein jeder die Wiederholung des nächsten ist, wie bei den Ringelwürmern, oder die durch verschiedengradige Ausbildung eine differente physiologische Bedeutung erlangen, wenn sie auch morphologisch einander homolog sind, wie die Segmente der Arthropoden. Die physiologische Gleichwerthigkeit der Segmente spricht sich in der gleichmässigen Bildung der Bauchganglien, die Ungleichwerthigkeit der ersteren in der differenten Bildung der einzelnen Ganglien aus.

3) Die Centraltheile des Nervensystems lagern sich in ihrer Hauptmasse als ein Längsstrang unter dem Rücken des Thieres, und gehen keine Schlundringbildung ein. Die einzelnen Abschnitte dieses »Rückenmarks« sind je nach der höheren oder niederen Bildungsstufe der Thiere verschiedengradig entfaltet, und zwar zeigt sich der höhere Grad durch die vorzugsweise Entwickelung des vordersten Theiles, welcher in eine Anzahl verschieden geformter grösserer Ganglienmassen sich differenzirt, und so als »Gehirn« vom übrigen mehr gleichmässigen Rückenmarke sich abhebt. Eigen-

thümlich ist diese Grundform des Nervensystems für die Wirbelthiere.

Die Centraltheile des eben in seinen Grundformen geschilderten Nervensystems versehen den Körper mit Nervenfäden, welche entweder, zu den Sinnesorganen gehend, die dort empfangenen Eindrücke zum Centralorgane leiten, oder, zu den Organen der Bewegung verlaufend, die Erregungen auf diese übertragen.

In den minder differenzirten Organismen werden auch die Eingeweide von den Centralorganen mit Nerven versorgt, und erst auf einer höheren Bildungsstufe entstehen für diese besondere Centraltheile (Ganglien), die, mit dem Centralsysteme zwar immer durch Commissurstränge in Verbindung, aber dennoch eine gewisse Selbständigkeit besitzen, indem in ihnen stets Nerven ihren Ursprung nehmen. Die Vermehrung der Ganglien dieses Eingeweidenervensystems, ihre Verbindung unter einander zu reichen, die betreffenden Organe begleitenden und umspinnenden Nervengeflechten, sind die Erscheinungen, unter denen eine Weiterbildung, der eine Trennung der Function zu Grunde liegt, sich manifestirt. So erhalten denn die Organe der Verdauung, die Kreislaufs- und Athemwerkzeuge, sowie jene für die Fortpflanzung ihre eigenen, aus dem einheitlichen Eingeweidenervensysteme entspringenden Nerven oder Nervengeflechte.

Von den Sinnesorganen sind jene, welche dem Tastsinne dienen, am verbreitetsten, und zeigen auch in ihrer Bildung die grössten Verschiedenheiten. Wenn bei den Protozoen die gesammte Körperoberfläche oder, wie bei Infusorien, bestimmte rüsselartig verlängerbare Theile des Körpers in dieser Richtung functioniren, so kommen bei den höheren Thieren bestimmte Tastorgane zum Vorschein, die anfänglich vielfach am Körper vertheilt (Randfäden der Medusen, Tentakel der Polypen), mit der bestimmten Ausbildung eines auch andere Sinnesorgane tragenden Kopfes als contractile oder starre Fortsätze an diesem angebracht sind. So sind die kopflosen Mollusken vielfach mit Fühlern am Mantelrand ausgestattet, während sie bei den Cephalophoren ausschliesslich am Kopfe zu finden sind. Selbst bei den Würmern sind sie hier angebracht und analoge Gebilde (Antennen), in der die Tastfunction sich wohl noch mit anderen combinirt, sind auch bei den Arthropoden zu regelmässigen Attributen der Kopfsegmente geworden. Mit der Localisirung des Tastsinnes auf diese bestimmten Gebilde wird die specifische Thätigkeit der letzteren noch durch den Ursprung der für sie bestimmten Nerven, neben den anderen Sinnesnerven, angedeutet. Mit der Ausbildung der höheren Sinnesorgane (bei den Wirbelthieren) treten die Organe des Tastsinnes gegen die qualitative Organisation der ersteren in den Hintergrund, und wir treffen den Gefühlssinn über das ganze Integument verbreitet, aber häufig auch besondere Körperstellen vorzugsweise dazu organisirt.

Organe des Geschmackes sind am wenigsten nachweisbar,

und erst in den höchsten Abtheilungen des Thierreichs treffen wir am Eingange des Nahrungscanals hiezu bestimmte Gebilde. Es kann aber nicht von vorn herein geläugnet werden, dass auch den niederen Thieren eine Geschmacksempfindung zukomme.

Geruchsorgane zeigen sich gleichfalls in der niederen Thierwelt wenig verbreitet, denn es ist ungewiss, inwiefern wimpernde Körperstellen bei verschiedenen im Wasser lebenden Thieren als solche Organe angesprochen werden können. Erst da, wo wir Nerven zu solchen das umgebende Medium stets wechselnden Körperstellen treten sehen, tritt einige Wahrscheinlichkeit hervor, dass hier eine Empfindnng der Qualitäten des Mediums zu Stande komme (bei Würmern und Mollusken). Ob aber die Art der Empfindung mit der Geruchswahrnehmung näher oder entfernter verwandt sei, bleibt unentschieden. Bestimmter weisen sich jene Organe dann als Sinnesorgane aus, wenn sie bei den anderen am Kopfe des Thieres vereinigt sind, oder wenn sie noch andere Einrichtungen erkennen lassen, welche die Wahrnehmung von Zuständen des umgebenden Mediums befördern. Die Vergrösserung der Oberfläche der percipirenden Stelle durch Faltenbildung, ihre Einlagerung an Orte, wo ein steter Wechsel des Mediums, Wasser oder Luft, vor sich gehet, sind als solche Einrichtungen aufzuführen. Davon ist die eine oder die andere, oder es sind auch beide, bei den Wirbelthieren ausgeprägt.

Gehörorgane erscheinen in der einfachsten Form als geschlossene Bläschen, die mit einer Flüssigkeit erfüllt sind und die in enger Beziehung zu den specifisch erregbaren Nerven stehen. Es wird dies entweder dadurch geleistet, dass das Gehörbläschen direct dem Nervencentrum auflagert (Würmer, manche Mollusken), oder es tritt in höherer Differenzirung der Gehörnerven zum Bläschen heran, um sich mit dessen Wandung zu verbinden (Mollusken, Wirbelthiere). Im Inneren des Bläschens treten mit grosser Regelmässigkeit kalkige Concremente auf, die bis zu krystallinischen Bildungen sich entwickeln können (Otolithen). Bei fernerer Ausbildung des Gehörorgans entstehen schallleitende und schallverstärkende Apparate, welche, bei den Insecten nur angedeutet, bei den Wirbelthieren ein bestimmtes Bildungsgesetz einschlagend, eine continuirlich höhere Entfaltung zeigen, welche schliesslich die Gehörwerkzeuge als ausserordentlich complicirte Organe erscheinen lässt.

Von einem Sehorgane kann erst da die Rede sein, wo das Vorhandensein eines specifisch thätigen Nerven aus der Verbindung mit einem lichtzuleitenden Apparate zu erschliessen ist. Bei Thieren ohne diese Einrichtung muss daher die Erregung, die sich durch Einwirkung des Lichtes auf sie kundgibt, nicht der wirklichen einen specifischen Nerven voraussetzenden Lichtempfindung, sondern vielmehr anderen mit dem Lichte emanirten Principien zugeschrieben werden. Die einfachste Form, unter der das Sehorgan auftritt, ist ein Pigmentfleck, mit dem der Sehnerv sich verbindet. Durch die lichtabsorbirende Fähigkeit der Pigmente vermögen so unbestimmte Vorstellungen von Hell und Dun-

kel erzeugt zu werden, wogegen bestimmte Bilder erst durch die Zufügung lichtbrechender Theile zu Stande kommen können. Pigmentflecke ohne lichtbrechende Medien sind in den unteren Ordnungen fast jeder grösseren Thierabtheilung verbreitet, und bilden den Ausgangspunct einer Organentwickelung, die nach zwei Richtungen hin divergirt.

1) Es wird das Sehorgan dadurch gebildet, dass die Endausbreitungen nach aussen gerichtet eine concave Fläche begränzen, vor der ein lichtbrechender Körper liegt; das so gebildete Organ ist einheitlich abgeschlossen, indem nur das durch die einfache Linse eindringende Licht die Nervenenden erregt, und somit nur Ein Bild erzeugt wird. Die Augen der Schnecken und vieler Würmer, die sogenannten einfachen Augen der Gliederthiere sind nach diesem Plane angelegt, und zeigen in dem Grade ihrer Ausbildung vielfache Schwankungen. Am complicirtesten wird diese Form des Sehorganes aber bei den Cephalopoden und den Wirbelthieren durch die hohe Entwickelung der percipirenden Schichten, sowie der lichtbrechenden Medien und der accessorischen Apparate.

2) In der anderen Form des Sehorganes wird jede meist besonders entwickelte Endigung des Sehnerven durch eine Pigmentscheide isolirt, und mit einem besonderen linsenartig wirkenden lichtbrechenden Medium ausgestattet zum selbständigen Sehorgan, und die ganze Summe dieser zu einem Auge vereinigten Einzelaugen besitzt eine convex geformte percipirende Fläche. Die facettirten Augen der Gliederthiere repräsentiren diesen Plan, der sich von der unter einem einfachen Nervenfaserende mit vorgelagertem lichtbrechendem Körper gedachten Grundform nicht allein durch die Vermehrung der percipirenden Theile (der Nervenenden), sondern vorzüglich durch die entsprechende Vermehrung der lichtbrechenden Apparate unterscheidet. —

Die Anordnung und Zahl der Sehwerkzeuge schwankt unter den niederen Thieren innerhalb einer grossen Breite, und es können die einzelnen Augen bald weit ab von den Centralorganen des Nervensystems angebracht (Muschelthiere), bald über den ganzen Körper verbreitet (bei manchen Würmern) vorkommen. Immer lagern sie an solchen Körpertheilen, die bei der Lebensweise des Thieres dem Lichte zugekehrt sind. Schon ehe sich der Vordertheil des Leibes zu einem besonderen Abschnitt, einem Kopfe differenzirt, wird er durch den Besitz der Augen ausgezeichnet (Würmer), und bei deutlicher Ausbildung des Kopfes trägt er auch diese Sinnesorgane, die dann auf die Zweizahl beschränkt sind (Cephalophoren, Cephalopoden, Wirbelthiere).

e) Die Ernährung des thierischen Körpers zerfällt in eine Anzahl von verschiedenen Thätigkeiten, die alle von einander abhängig und innig mit einander verbunden sind. Die Aufnahme von zur Ernährung verwendbaren Stoffen, ihre Verdauung, die Bildung einer ernährenden Flüssigkeit, welche im Körper vertheilt, die Erhaltung der Be-

standtheile desselben, sowie deren Wachsthum bedingt, dann die beständige Erneuerung des von dieser Flüssigkeit auf ihrem Wege durch den Körper abgegebenen und die Entfernung des dafür aufgenommenen fernerhin unbrauchbaren Materiales: dies sind die Grundlinien des Bildes, welches sich aus dem Begriffe der Ernährung entfaltet und welches zugleich die einzelnen Acte enthält, in welche sich die Gesammterscheinung der Ernährung gliedert. Das Auftreten besonderer Organe für diese einzelnen Functionen findet sehr allmählich statt und es sind durch ganze Thierabtheilungen hindurch mehre oder sogar die meisten der benannten Functionen in einem Organsysteme vereinigt. Nach und nach löst sich eine um die andere ab und bindet sich an besondere Werkzeuge.

Wo keine Differenzirung des Körpers vorhanden, oder wo mit Ausbildung anderer Organe keine solchen für die Nahrungsaufnahme bestehen, geht die gesammte Ernährung durch die Oberfläche des Körpers vor sich; das Thier lebt dann unter Verhältnissen, bei welchen der Körper dann allseitig von einer zur Ernährung tauglichen Flüssigkeit umgeben ist, die an allen Stellen der Körperoberfläche durch einen endosmotischen Vorgang auf ihn einwirkt, und jeder Stelle gestattet, ernährende Stoffe an sich zu ziehen und zu assimiliren. Diese Art der Ernährung, die bei Entozoen (Gregarinen, Cestoden) sich findet, ist der niedersten, im Pflanzenreiche durchaus gültigen Form gleich zu setzen. Die Aufnahme fester Stoffe in den Körper findet aber nicht sogleich durch eine Mundöffnung, die in die verdauende Höhle führt, statt, sondern gleichsam als Uebergang hiezu ist in einer Abtheilung von Thieren (den Rhizopoden) der gesammte Körper zur Nahrungsaufnahme dienend, indem jede Stelle der Oberfläche als Mund, jede Stelle des Innern als Magen zu functioniren im Stande ist.

Auf einer höheren Bildungsstufe treffen wir dann den Verdauungsapparat durch eine im Körper befindliche Cavität vorgestellt, die durch eine Mundöffnung nach aussen führt. Der Mund dient aber zugleich auch als Auswurföffnung, durch welche die unverdauten Speisereste entfernt werden (Coelenteraten, viele Würmer). Das Auftreten einer Afteröffnung ruft eine weitere Gliederung dieser Organe hervor. Der erste, mit dem Mund zusammenhängende Abschnitt bildet eine Speiseröhre, die zur Einleitung der Nahrung dient, denn erst der darauf folgende Theil, meist sehr erweitert, oder auch mit Ausstülpungen ausgestattet, ist nun verdauende Cavität, ein Magen, und der Endtheil des ganzen Apparates dient zur Ausleitung der Speisereste, und öffnet sich mit dem After nach aussen. Dadurch wird der Nahrungsapparat zum Darmrohre vervollkommnet, und es sind damit die Hauptabschnitte gegeben, wie sie im ganzen übrigen Thierreiche vorhanden sind. Ausser wechselnden Grösseverhältnissen der einzelnen Abschnitte, der vorzugsweisen Entwickelung des einen, der rudimentären Bildung des anderen Theiles, kommen aber noch mannichfaltige Modificationen hinzu, die aus einer von der speciellen Ernährungsweise abhängigen Trennung oder Ausbildung

besonderer mehr untergeordneter Vorrichtungen resultiren. So entsteht durch feste Bildungen an dem Munde ein Kauapparat, der sich in einer ersten Erweiterung des Munddarmes, dem Schlunde lagert, oder sogar die Mundöffnung selbst umgeben und begränzen kann. Vorrichtungen zum Verkleinern der Nahrung treten auch im Magen auf, oder kommen in gewissen Abtheilungen desselben zu Stande. Ferner bilden sich Ausstülpungen an einzelnen Abschnitten des Darmrohrs, die meist als Blindschläuche erscheinen und die Vergrösserung der Capacität des Nahrungscanals zum Zwecke haben (Kropfbildungen, Blindsäcke des Magens und Blinddarmbildung am Darme). Bei einer Lebensweise, die auf massenhaft eingenommene Nahrung sich stützt (pflanzenfressende Thiere), zeigt sich die letzterwähnte Organisation am ausgeprägtesten.

Zur Bethätigung des Verdauungsprocesses im Allgemeinen sind noch eine Reihe anderer Organe mit dem Darmcanale in Verbindung, die sich nach und nach zu mehr oder minder selbständigen Gebilden entwickeln. Das mächtigste davon ist das Organ der Gallenbereitung, die L e b e r. Eine eigenthümliche vorzüglich durch ihre Färbung characterisirte Zellenauskleidung des einfachen Verdauungsapparates stellt den niedersten Bildungszustand dieses Organes vor. Mit der verdauenden Cavität auf diese Weise eng verbunden, erscheint es nur als eine Art Epithel (Coelenteraten, manche Würmer und die Insecten), bis das Vorkommen dieser Epithelbildung in seitlichen blindsackartigen Anhängen des Darmcanals einer bestimmten Localisirung, und somit dem ersten Grad der selbständigen Erscheinung des gallebereitenden Organes entspricht, wenn auch dasselbe durch seinen weiten, mit dem Darmlumen communicirenden Hohlraum mit dem Darmcanale einige Functionen theilt. Die Sammlung der gallebereitenden Zellenmassen in einzelnen verschieden reich verästelten Follikeln, welche kleinere oder grössere Darmstrecken besetzt halten, zeigen eine höhere Stufe der Differenzirung an, wie sie bei manchen Würmern und Mollusken sich ausspricht.

Eine geringere Anzahl dieser Darmanhänge, dagegen eine dem entsprechende Vergrösserung der einzelnen, die dann zu beträchtlichen Drüsenbüscheln sich gestalten können, zeigt uns den nächst höheren Grad der Leberbildung, wie er bei den Crustaceen erscheint, bis diess Organ endlich durch massenhafte Vermehrung seines secernirenden Parenchyms, sowie durch die auf eine oder nur wenige Stellen beschränkte Verbindung seiner Ausfuhrgänge mit dem Darmcanale die höchste Selbständigkeit erreicht hat (höhere Mollusken und Wirbelthiere).

In ähnlicher Weise zeigt sich auch die Differenzirung anderer Drüsenorgane, die als Appertinentien des Nahrungscanals sich darstellen, so die Speicheldrüsen. —

Wenn der Darmcanal als eine einfache in den Körper eingesenkte Höhlung hier überall vom Parenchym des Körpers an den Seiten umgeben wird, so werden die bei der Verdauung und durch

dieselbe aus den Nahrungsstoffen gebildeten zur Ernährung des Körpers dienenden Stoffe, einfach durch die Magenwandungen hindurch in den Körper übergeben, und dort je nach ihrer Beschaffenheit assimilirt werden. Je kürzer der Weg ist, den sie hierbei zurückzulegen haben, um so leichter wird die Ernährung des Körpers bewerkstelligt werden, je mächtiger aber die Leibeswände entwickelt sind, um so schwieriger werden die von der verdauenden Cavität aus zu beziehenden Ernährungsmateriale in die äussersten, vom Magen entferntesten Körperpartien gelangen.

Mit der Volumentfaltung des Körpers treffen wir demgemäss eine neue Einrichtung des Verdauungsapparates an, die darin besteht, dass vom Grunde des Magens aus ein Hohlraumsystem sich verbreitet und die im Magen gebildete Chymusflüssigkeit an die entferntesten Körpertheile führt.

Die Vertheilung der ernährenden Flüssigkeit wird aber noch auf eine andere Weise besorgt, die in der Reihenfolge ihres Auftretens im Thierreiche von der Bildung einer mit dem Nahrungscanale unzusammenhängenden Leibeshöhle abhängig ist. Sobald nämlich die Körperwandungen von denen der verdauenden Cavität auf eine verschieden grössere Strecke sich abgetrennt haben, entsteht ein besonderer Hohlraum, der sich mit den durch die Verdauung gebildeten Ernährungsflüssigkeiten anfüllt, und der sich mehr oder minder weit durch den Körper erstreckt. Die Ernährungsflüssigkeit durch die Magen- und Darmwände, in jenen Hohlraum übergegangen, kann im Allgemeinen als Blut bezeichnet werden, wenn sie auch von der Blutflüssigkeit der höheren Thiere in mancher Hinsicht abweicht. Die Bewegung dieses Blutes im allgemeinen Leibeshohlraum findet anfänglich mit der Bewegung des Körpers statt. Es ist der Hautmuskelschlauch, welcher durch seine Contractionen und Expansionen den Körper fortbewegt, dabei aber auch die umschlossene Flüssigkeit einem beständigen Ortswechsel unterzieht, so dass dieses Verhältniss als die niederste Form eines Blutumlaufes betrachtet werden kann. Niedere Würmer bilden hiefür die Repräsentanten. Wirkliche Organe des Kreislaufes erscheinen erst mit der Differenzirung der Leibeshöhle in verschiedene Abtheilungen, die zwar unter einander noch in offener Verbindung stehen, die aber nicht mehr vollständig von den Formveränderungen des Körpers bezüglich der Erweiterung oder Verengerung ihres Lumens beherrscht werden.

Einzelne Abschnitte dieses die Blutbahn vorstellenden Hohlraumsystemes bilden sich durch Entwickelung von Musculatur in ihren Wänden zu contractilen Gefässen aus, welche durch rhythmische Thätigkeit das regelmässige Zu- und Abströmen des Blutes bewerkstelligen und als die Anfänge einer Herzbildung anzusehen sind.

Die contractilen Bildungen können als die einzigen differenzirten Theile der Leibeshohlräume bestehen, so dass die Blutflüssigkeit aus ihnen sogleich wieder in lacunenartige, zwischen den verschiedenen Organen be-

findliche Räume gelangt und von dieser wieder dem contractilen Abschnitte zuströmt (Insecten, niedere Mollusken), oder es bilden sich von dem als Herzen functionirenden Abschnitte aus bestimmte Canäle, welche entweder an der Stelle der früheren Hohlräume den Körper durchziehen, oft auch noch in Lacunenbildungen übergehen, oder welche nur einen Theil des Hohlraumsystems einnehmen, gleichsam in dasselbe nur eingelagert sind, ohne es vollkommen zu erfüllen. In dem ersteren Falle wird daher kein Raum im Körper zwischen den Organen existiren, der nicht eine Blutbahnlacune darstellt (Mollusken); im letzteren Falle dagegen wird ein besonderes Canalsystem abgeschlossen die Körperräume durchziehen (höhere Anneliden und Crustenthiere, dann Wirbelthiere). Auf diese Weise entsteht ein die ernährende Flüssigkeit führendes Gefässsystem, welches häufig auf grosse Strecken weit contractil ist, und so, die Function eines Herzens vollziehend, eine niedere Stufe repräsentirt (Würmer, niederste Fische). Mit der Localisirung der contractilen Eigenschaft des Gefässsystems auf einen bestimmten Abschnitt tritt eine höhere Entwickelung desselben nicht allein am Volumen, sondern auch am Muskelbelege der Wandungen hervor, so dass dieser Theil alsbald sich vom übrigen Gefässsystem unterscheidet und als die gesammte Blutmasse des Körpers bewegendes Centralorgan, Herz, erscheint. Vom Herzen gehen dann grosse Gefässstämme ab, die das Blut im Körper vertheilen (Arterien), und wiederum Gefässbahnen (Venen), die es aus dem Körper sammeln, zum Herzen hinleiten. Der zwischen den zu- und ableitenden Gefässen liegende Bahnabschnitt wird entweder durch blosse Hohlräume ersetzt, ist lacunär, oder es bildet sich aus den Gefässverzweigungen der zu- und ableitenden Stämme ein anastomosirendes Maschenwerk feinster Canälchen, die man als Capillaren bezeichnet, und die als eine höhere Entwickelung aus dem Lacunensysteme anzusehen sind.

Von umgestaltendem Einfluss auf die Anordnung des Gefässsystems ist das Auftreten discreter Athmungsorgane, von denen das Herz entweder das Blut aus diesen empfängt, um es im Körper zu vertheilen, oder es diesen zuleitet. Die Bedeutung des Herzens ist demnach eine zweifach verschiedene, und nach dieser Verschiedenheit wird es bald arterielles Blut (Crustaceen und Mollusken), bald venöses (bei Fischen) zu leiten haben.

Wenn das Herz die Blutflüssigkeit aus den Athemorganen empfängt und sie als arterielles Blut im Körper vertheilt, so wird das letztere auf seinem Umlaufe in Lacunen oder in einem Capillarsysteme seine arteriellen Eigenschaften verlieren und sich als venöses allmählich in die zu den Athemorganen führenden Bahnen sammeln, welche Bewegung auf der einen Seite durch den nachdrängenden vom Herzdrucke abhängigen Strome, auf der anderen Seite durch die einsaugende Thätigkeit des Herzschlauches geleitet wird. Aus dieser Einrichtung entwickelt sich eine höhere Form durch das Hinzukommen besonderer Centralorgane,

die das Blut aus den Körpervenen in die Athemorgane befördern, und die also am venösen Abschnitte des Gefässsystems angebracht sind (Cephalopoden). Dadurch wird dem Herzen ein Theil seiner Function genommen, aber auch zugleich eine höhere Potenzirung des ganzen Circulationssystems angebahnt. —

Auch in dem anderen Falle, wenn das Herz direct nur die Athemorgane mit Blut versorgt, und das daraus zurückkommende ohne neuen Anstoss zur Fortbewegung den Körper durchkreist, und endlich wieder am Herzen anlangt, tritt eine Entfaltung neuer Einrichtungen auf. Es beruht diese in einer Theilung des Herzlumens und dem entsprechend auch der daraus hervorgehenden Gefässstämme. Der einfache Herzschlauch ist schon bei weniger entwickeltem Circulationsapparate in zwei Abschnitte zerfällt, die mit einander communiciren und von denen der eine (Vorhof) das Blut empfängt, um es dem anderen (der Kammer) zu übergeben. Die Bedeutung dieser Einrichtung liegt in der Leitung des Stromes nach nur einer Richtung; Kammer und Vorkammer ziehen sich abwechselnd zusammen, so dass das Blut, welches durch die Contraction (Systole) der Vorkammer in die erweiterte Kammer (Diastole) getrieben wird, bei der nunmehr folgenden Contraction der Kammer und dem damit einhergehenden Verschlusse gegen die Vorkammer hin, nicht mehr in letztere zurückströmen, sondern nur nach einer Richtung, in den von der Kammer entspringenden Gefässstamm entweichen kann. Ausser dieser, hier im Allgemeinen nicht wesentlichen Theilung tritt noch eine andere auf, derzufolge sowohl Kammer als Vorkammer von einander durch eine Scheidewand in zwei Hälften getrennt werden, wovon die eine wesentlich dem Umlaufe des Blutes in den Athemorganen, die andere jenem in dem übrigen Körper dient. Sowohl das in die Athemorgane strömende, als das aus diesen als arterielles Blut im Herzen wieder angekommene und im Körper zu vertheilende, wird von je einer Hälfte des Centralorganes fortbewegt, und damit ist die höchste Organisation des Kreislaufapparates vollendet (Vögel, Säugethiere).

Der beständige Verbrauch von gasförmigen im Blute enthaltenen Stoffen, nämlich des Sauerstoffes, an dessen Stelle eine für thierische Organismen unbrauchbare Gasart, die Kohlensäure, tritt, erfordert zur Erhaltung des Lebens eine fortgesetzte Aufnahme des ersteren und Abgabe des letzteren, so dass also ein beständiger Austausch von Gasen zwischen dem Körper und dem umgebenden Medium nothwendig wird. Darin besteht das Wesen des Athmungsprocesses. Unerschöpfliche Quelle des Sauerstoffs ist die atmosphärische Luft: sei es jene, welche überall die Erdoberfläche umgibt, sei es die im Wasser enthaltene, denn auch die in letzterem Medium lebenden Thiere verbrauchen nur die in solchem stets vertheilte atmosphärische Luft.

Vor der Bildung von besonderen Athmungsorganen wird der Gasaustausch durch die Oberfläche des Körpers vollzogen, und bei vielen niederen im Wasser lebenden Thiere fast aus jeder grösseren Abtheilung

findet diese Athmungsweise statt. Theils durch die eigene Bewegung des Körpers, theils durch das Auftreten von beweglichen Wimperhaaren am Körper wird ein Wechsel des umgebenden Mediums bewerkstelligt, und immer neue Massen desselben mit der athmenden Fläche in Contact gebracht. Aber nicht nur die äussere Körperoberfläche vermittelt den Austausch der Gase, es kommen noch Einrichtungen hinzu, nach denen auch die inneren Körpertheile mit Wasser versorgt werden, und die Aufnahme von Wasser in die verdauende Cavität ist die erste Andeutung einer in der Thierreihe sehr verbreiteten Erscheinung. Die Bespülung des Darmcanals mit Wasser wird durch beide Oeffnungen desselben bewerkstelligt, und ist bei Würmern und Mollusken, ja noch bei im Wasser lebenden Gliederthieren häufig der Fall. Einen höheren Grad erreicht sie da, wo canalartige Fortsätze vom Magen aus sich im Körper vertheilen, und mit ihnen das Wasser im ganzen Organismus verbreitet wird (Coelenteraten), bis endlich sogar ein besonderer Gefässapparat auftritt, der sowohl vom Blutgefässsystem als vom Nahrungsorgane getrennt den ganzen Körper durchzieht, und mit von ausserher aufgenommenem Wasser zahlreiche innere Canäle speist, und die Athmung also überall im Körper ermöglicht (Echinodermen). Dieselbe innere Athmung, wie sie dort durch Canäle geleitet wird, findet noch durch directe Zumischung von Wasser zum Blute statt, indem an gewissen Orten das Blutgefässsystem mit der Aussenwelt in offener Verbindung steht (Mollusken). Alle diese mannichfaltigen Einrichtungen, die einen Athmungsprocess im Inneren des Körpers bezwecken, schliessen das Auftreten directer Athmungswerkzeuge nicht aus, sind vielmehr mit letzteren bei der höchsten Abtheilung der Thiere (Wirbelthiere) vielfach in combinirter Thätigkeit zu treffen.

Der allgemeine Plan der Athmungsorgane ist je nach den Medien, in denen die Thiere leben, nach zwei Seiten hin verschieden:

1) Organe für die Athmung im Wasser sind stets nach aussen gerichtete Fortsätze der Körperoberfläche, die in vielfachen Modificationen eine Vergrösserung jener Oberfläche bedingen, und so bald verästelte, bald aus zahlreichen auf einanderfolgenden Blättchen zusammengesetzte Bildungen vorstellen, in deren Innerem das Blut circulirt. Man bezeichnet solche als Kiemen.

   Sie können entweder am ganzen Körper vertheilt sein, oder an bestimmten Stellen desselben vorkommen, oftmals unter Faltenbildungen des Integumentes geborgen und dann mit besonderen Einrichtungen ausgestattet, durch welche die Zu- und Ableitung des Wassers besorgt wird. Eine bedeutende Rolle spielen hiebei die Wimperhaare. Würmer und niedere Arthropoden, dann Mollusken und niedere Wirbelthiere sind mit Kiemenapparaten versehen.

2) Die zur Luftathmung bestimmten Organe werden immer im Innern des Körpers getroffen, und erscheinen entweder:

a) als ein sich im Körper verbreitendes Röhrensystem, als Tracheen (höhere Arthropoden), welche die von aussen durch bestimmte Oeffnungen eindringende Luft im Körper vertheilen, so dass die Respiration in allen damit versorgten Organen zu Stande kommt, oder sie erscheinen

b) als membranöse Säcke, die gleichfalls durch bestimmte Wege mit der Aussenwelt communiciren, aber niemals im Körper sich an die Organe ausbreiten, Lungen.

Der Unterschied zwischen den beiden letzten besteht daher mehr in ihren verschiedenen Beziehungen zu der den Respirationsprocess eingehenden Ernährungsflüssigkeit, dem Blute, als in der allgemeinen Anlage, die für beide im Grunde dieselbe ist.

Die in den Körper aufgenommenen und in die Ernährungsflüssigkeit übergegangenen Stoffe sind einem beständigen Umsatze unterworfen, indem einzelne davon an die eigentliche Körpersubstanz — bei den aus der einzelligen Urform herausgetretenen an die Gewebe — abtreten und die Ernährung derselben bedingen, sowie auch wieder Stoffe von der Körpersubstanz in die Ernährungsflüssigkeit übergehen. Diese letzteren Stoffe sind dann solche, die nicht mehr speciell zum Aufbaue und zur Erhaltung der einzelnen Körpertheile verwerthet werden, und die deshalb der Organismus aus sich entfernt.

In den einfachsten Organismen ist dieser Vorgang der Abscheidung, gleichwie jener der Athmung, die ja auch hieher zu rechnen ist, insofern sich durch sie und mit ihr Auswurf-Stoffe, wenn auch in Gasform aus den Körper sondern, an die Oberfläche des Körpers gebunden, und selbst noch bei mehr complicirter Organisation sind oft noch keine speciellen Organe für diese Verrichtung nachweisbar, so dass wir dieselbe auch hier noch nach jener Weise stattfindend uns vorstellen müssen.

Organe, welche der Bildung von Abscheidungen dienen, wo wir also die vorhin noch unbeschränkt stattfindende Thätigkeit an discreten Stellen auftreten sehen, werden im Allgemeinen als Drüsen bezeichnet, und bestehen, soweit uns diese Einrichtungen hier berühren, im fertigen Zustande aus Einstülpungen der Körperoberfläche oder innerer, mit der Oberfläche in directer Verbindung stehender Theile (z. B. des Darmcanals). Die Form solcher Drüsen erscheint entweder einfach schlauchförmig oder canalartig, oder sie erscheinen aus Läppchen zusammengesetzt, in den mannichfaltigsten Combinationen, durch welche immer eine Vergrösserung ihrer inneren Oberfläche angestrebt wird. Die Bereitung der Secrete oder auch die blosse Abscheidung (wenn nämlich die abzuscheidenden Stoffe schon in der Blutflüssigkeit vorhanden sind) geschieht vorzüglich durch die Epithelialauskleidungen der Drüsen, indess der mit der Aussenfläche zumeist communicirende Abschnitt die Bedeutung eines Ausführganges übernimmt. Wenn nun so die grosse Menge der Drüsen als zusammengesetzte Organe erscheinen, indem die

Epithelialelemente eine Hauptrolle spielen und hierbei meist ein Complex derselben nothwendig wird, so müssen doch noch viel einfachere Gebilde einen Platz unter den Drüsen finden, nämlich blosse Zellen, die sich in einen Ausführgang verlängern und in ihrem Körper den secernirenden Abschnitt vorstellen (einzellige Drüsen).

Die Qualität der Secretionsproducte ist eine unendlich verschiedene, ebenso ihre Bedeutung für den Organismus. Bei einem Theile entstehen auf diesem Wege Producte, die für andere Functionen von grosser Wichtigkeit sind, es sind dann die Drüsen mit den betreffenden Organen in Verbindung und bilden deren Appertinentien. In dieser Hinsicht sind Speicheldrüsen und Leber anzuführen, deren schon früher gedacht wurde, auch zahlreiche andere mit dem Darmcanale verbundene Drüsen gehören hierher, und auch die Geschlechtsorgane sind mehr oder minder reich mit solchen Drüsen ausgestattet. Bei anderen ist die Bedeutung des Secretes eine mehr untergeordnete, wie bei den Talgdrüsen der Haut u. s. w., bis endlich bei noch andern die Hauptbedeutung des Secretes vorzüglich in seinem Ausscheiden aus dem Körper liegt. Diese Excretion ist es nun, der in der thierischen Oekonomie die wichtigste Stelle zukömmt, und deren Organe unter allen Drüsenbildungen das verbreitetste Vorkommen besitzen. Wie die Organe der Athmung für die Abscheidung eines kohlenstoffhaltigen Productes (der Kohlensäure) dienen, so werden durch die in Rede stehenden Excretionsorgane, soweit bis jetzt die Untersuchungen darüber Aufklärung gaben, vorzüglich stickstoffreiche Verbindungen entfernt. Die Excretion geschieht bald in flüssiger Form, bald in fester und dann entstehen Concretionen, die zuweilen sogar nicht einmal alsbald nach aussen entleert, sondern als in dieser Form fernerhin unschädliche Substanzen im Organismus mehr oder minder lange Zeit abgelagert werden.

Da, wo wir die Excretionsorgane zuerst als gesonderte Bildungen auftreten sehen, ist ihre Function noch keineswegs eine abgeschlossene, sie vereinigen vielmehr noch eine Anzahl anderer Verrichtungen in sich, unter denen die Einführung von Wasser ins Innere des Körpers, und dann auch wieder die Ausleitung von Wasser obenan stehen. Diese Verrichtung ist sogar häufig (bei Würmern) so ausgeprägt, dass man darüber die der Excretion fast übersehen und die betreffenden Organe mit einem Wassergefässsysteme zusammen gebracht hat. Die Erkennung dieser Organe wird aber um so schwieriger, als die Ausscheideproducte häufig in flüssigem Zustande auftreten, und es ist dann nur die Vergleichung mit analog gebauten, aber in ihrer Bedeutung bestimmten Theilen, die ihnen zum Maassstabe der Beurtheilung wird. Die Vereinigung der Wasserzufuhr in den Körper bleibt mit den Excretionsorganen auch dann noch verbunden, wenn die absondernde Thätigkeit schon in ganz bestimmter Richtung erkannt wird, ja man kann wohl behaupten, dass bei der grössten Mehrzahl der im Wasser lebenden Thiere (mit Ausnahme

der Wirbelthiere) diese Vereinigung fortbesteht und also hier das Excretionsorgan auch für die Bethätigung des Athmungsprocesses auftritt.

Erst wenn eine höhere Organisationsstufe erreicht ist, wie sich solches unter den Gliederthieren (die Krebse ausgeschlossen) durch die Luftathmung beurkundet, oder wie es durch den ganzen Bauplan der Wirbelthiere sich ausspricht, ist die Function jener Organe eine einheitlich bestimmte, nur auf die Ausscheidung gerichtete, die wir bei den Wirbelthieren als Harn bezeichnen, und wovon ausgehend man die Excretionsorgane der übrigen Thiere mehr oder minder einseitig als Nieren deuten kann. —

Bis hieher haben wir die Entfaltung jener Organe verfolgt, deren Verrichtungen auf die Erhaltung des individuellen Lebens abzielen, und die in ihrem Zusammenwirken die Factoren desselben sind. Wir sehen aber, dass in dem Plane der organischen Schöpfungen neben der Schranke, welche dem Leben des Individuums gezogen, auch die Fortsetzung des Individuums innerhalb der Art zu erkennen ist. Diese Fortsetzung des Individuums und die daraus entspringenden Erscheinungen am Organismus können in einem gegensätzlichen Verhältnisse zu der Summe aller übrigen Verrichtungen aufgefasst werden, da ihre Bedeutung das Individuum überdauert, und ihr Endresultat immer die Entstehung neuen Lebens ist, während jene nur innerhalb des Individuums sich bewegend, mit dem Tode desselben abschliessen. Sie stehen somit zu einander in demselben Verhältnisse wie das Individuum zur Art.

Nachdem die Lehre von der Urzeugung (*Generatio aequivoca*, s. *spontanea*) der Thiere, nach der letztere in niederen Formen ohne Voraussetzung anderer Thiere unter gewissen Verhältnissen entstehen sollten, Dank dem Aufschwunge, den die Wissenschaft durch Verbesserung der Hilfsmittel zur Beobachtung und durch exactere Forschungsmethoden genommen hat, sich auf ein immer beschränkter werdendes Feld zurückgezogen, und wohl jetzt von keinem Forscher mehr angenommen wird: hat sich das dunkle Gebiet von der Fortpflanzungsgeschichte der Thiere in zahlreichen Thatsachen vielfältig aufgehellt, und es kann der neue Standpunct sein wichtigstes Bekenntniss in dem Satze formuliren: »dass Lebendes nur aus Lebendem hervorgehe«*).

f) Die Fortpflanzung der Thiere tritt je nach der Stufe, welche das Thier hinsichtlich seiner Organisation einnimmt, in verschiedenen Formen auf, die einen Fortschritt vom niederen zum höheren ebenso in sich erkennen lassen, wie dies bei den einzelnen der Erhaltung des Individuums gewidmeten Körperverrichtungen dargelegt ward.

*) Auch in der Histiologie, wo die *Generatio aequivoca* in wenig veranderter Form in der freien Zellenbildung, oder in der Entstehung freien Kerne noch am längsten, bis in unsere Tage nämlich, aufrecht erhalten wurde, und es zum Theile noch wird, hat sich eine consequentere Anschauung von der Entstehung der Zelle bereits Bahn gebrochen, und man beginnt für jede Zellengeneration die Zelle als nothwendig vorauszusetzen

Die wesentlichsten Formen der Fortpflanzung sind folgende:

1) durch Theilung. Eine unter den niederen Thieren sehr verbreitete Vermehrungsform, die auch dann noch vorkömmt, wenn andere, eine vollkommenere Organisation begründende Vermehrungsweisen schon vorhanden sind. Sie beginnt mit einer über die Oberfläche des Thieres sich hinziehenden Einschnürung, die allmählich immer tiefer greift und mit der mehr oder minder vollständigen Trennung der neuen Individuen endet. Die unvollständige Theilung lässt die neuen Individuen mit einander im Zusammenhang und führt so im Wiederholungsfalle zur Begründung von Colonien oder Thierstöcken. Je vollkommener die Organisation eines sich theilenden Thieres ist, um so gleichmässiger wird die Vertheilung der Organe auf beide Hälften sich treffen müssen, und dadurch die Theilung nur in gewisser Richtung möglich sein, indess sie bei noch nicht in Organe differenzirtem Körper sowohl der Länge als der Quere nach stattfinden kann. Der Grund hiefür muss denn in der gleichmässigen Potenzirung jeder Körperhälfte gesucht werden.

Die Erscheinung des Theilungsprocesses widerstreitet dem Begriffe des Individuums, allein nur scheinbar, denn wenn wir uns unter Individuum ein von nur Einem Lebenscentrum aus beherrschtes Wesen denken, so zeigt eben das Phänomen der Theilung, dass dieser Begriff dann nicht mehr anwendbar, indem mit der Theilung schon eine Decentralisirung, ein Auseinandergehen der Körperbestandtheile vom gemeinsamen Centrum und eine Vereinigung um zwei neu entstandene Centra begonnen hat. Jedes in der Theilung begriffene Individuum repräsentirt daher potentiell schon deren zwei. Man darf deshalb sich diese Art der Vermehrung nicht einfach so vorstellen, dass ein einheitlicher Organismus durch eine bloss stoffliche Spaltung in zwei neue zerfalle, sondern es ist hiebei die Zunahme des Organismus durch Wachsthum als vorbereitender Act in Anschlag zu bringen, wodurch eben die Beherrschung von einem einheitlichen Centrum aus beeinträchtigt und die Theilung derselben, deren Ende die Theilung des Individuums ist, als nothwendig auftritt. —

Hieran reiht sich die Vermehrung

2) durch Sprossenbildung. Wenn eine gewisse Grössenzunahme des Organismus der vorigen Vermehrungsart vorausgehen muss, so ist ein solches Wachsthum auch die Sprossenbildung einleitend, und darin kommen beide, Theilung und Sprossenbildung, überein, allein das Wachsthum des Individuums setzt bei letzterer keine allseitige Vergrösserung des Körpervolumens, sondern eine partielle Erscheinung, durch die ein neuer, nicht absolut dem Individuum nothwendiger Theil gebildet wird, der sich nach und nach zu einem neuen Individuum gestaltet.

Je nach der Oertlichkeit unterscheidet sich die Sprossenbildung in zwei Formen:

a) äussere Sprossenbildung entsteht durch einseitiges Auswachsen des Körpers an verschiedenen Stellen seiner Oberfläche, Wucherungen der betreffenden Gewebe, durch welche allmählich eine Zellenmasse gebildet wird, die sich zu einem Thiere umformt. Das neue Wesen kann entweder mit dem Mutterthiere in Verbindung bleiben und dann kommen bei fortgesetztem Sprossungsprocesse Thierstöcke zur Entstehung (Polypen, Hydroiden, Ascidien, Cestoden), oder der Sprössling wird frei und erscheint dann als selbständiges Individuum (bei Infusorien, Medusen).

b) die innere Sprossenbildung kann ganz wie die vorige vor sich gehen, zeigt sich aber in bestimmter Weise an gewisse Organe gebunden, die, einer erhöhten Ernährung unterstellt, die Erzeugung neuer Wesen durch Sprossung besorgen. Die Localisirung der Function auf ein bestimmtes Organ (Keimstock) möchte das meist Characteristische für diese Abtheilung sein, so dass sie dadurch von der vorigen sich wesentlich unterscheidet (Salpen); doch können auch Uebergänge zur letzten durch die äussere Lage des Keimstockes einigermaassen vermittelt werden (Doliolum). —

3) Keimbildung. Wenn Theile eines Organismus aus dem organischen Zusammenhange mit demselben treten und die Anlage zu neuen Individuen vorstellen, so ist diese Vermehrungsform gegeben. Von der Theilung unterscheidet sie sich durch die unvollkommene Bildung des Keimes, der erst nach längerer Zeit dem Mutterthiere gleich wird, und so im freien Zustande eine Art von Entwickelung zu durchlaufen hat. Von der Sprossenbildung ist sie aber durch den sehr frühzeitig aufgehobenen Zusammenhang mit den Organen der Mutter unterscheidbar. Die Quantität der Keimbildung kann sehr verschieden sein, so dass bald ein ganzes Individuum sich in eine Reihe von Keimkörnern auflöst, oder letztere nach und nach aus sich hervorgehen lässt. (Gregarinen, Infusorien, Trematoden.)

Diesen drei Arten der Vermehrung, die man als ungeschlechtliche Fortpflanzung auffassen kann, steht die geschlechtliche gegenüber, und erscheint als eine weitere Ausbildung der vorigen Vermehrungserscheinungen.

4) Die geschlechtliche Fortpflanzung beruht in der Erzeugung von Keimen, die aus Elementartheilen (Zellen) des Organismus dargestellt werden, die aber für sich nicht die Fähigkeit besitzen, sich zu neuen Organismen zu entwickeln, sondern dazu erst des Anstosses durch Verbindung mit einem anderen Stoffe (dem Samen) be-

dürftig sind *). Die Einwirkung des Samens auf den Keim (das Ei) bildet den Befruchtungsprocess. Es ist also hier nicht mehr ein einfacher Theil des Organismus, wie bei der Keimbildung, zur Erzeugung eines neuen Wesens ausreichend, vielmehr bedarf es dazu eines zwiefachen Stoffes, der vom erzeugenden Organismus geliefert wird. Die beiden Stoffe bilden sich im einfachsten Falle, der bei den niedersten geschlechtlich entwickelten (Coelenteraten) Thieren sich trifft, an discreten Körperstellen, die dann als Geschlechtsorgane fungiren, ohne durch besondere Vorrichtungen ausgezeichnet zu sein. Es sind somit blosse Keimstätten (Hoden für die männlichen, Eierstöcke für die weiblichen Theile), die den, nur einen Theil der gesammten Geschlechtsorgane ausmachenden keimbereitenden Drüsen der höheren Organismen vergleichbar sind. Einen Schritt weiter gehend treffen wir die Keimdrüsen mit besonderen Ausführgängen versehen, oft in complicirter Weise gebildet, wir sehen accessorische Theile daran auftreten, die an den männlichen Organen als Reservoirs für die gebildete Samenmasse dienen, oder die als Drüsen erscheinen, in denen eine dem Samen sich beimischende Flüssigkeit abgesondert wird, indess an den weiblichen Organen Theile zur speciellen Aufnahme und Aufbewahrung des auf sie übertragenen männlichen Samens, Drüsengebilde der mannichfaltigsten Art, jedoch grösstentheils einen Hüllstoff (Eiweiss) für die Eier liefernd, zum Vorscheine kommen. Bis zur Reifung der Eier, oder bis zur Befruchtung derselben, oder sogar endlich bis zur Entstehung oder auch vollendeten Entwicklung des jungen Wesens können sich einzelne Abschnitte des weiblichen Ausleiteapparates zu Ei- oder Fruchthältern ausbilden. Endlich treten noch Organe dazu, welche die Uebertragung des männlichen Keimstoffs auf die weiblichen Organe besorgen und die als Begattungsorgane vielfache eigenthümliche Einrichtungen zeigen, denen entsprechend der zur Aufnahme der Begattungsorgane dienende Endtheil des weiblichen Apparates modificirt ist.

Beiderlei Geschlechtsorgane sind bei vielen Abtheilungen der Thiere in einem Individuum vereinigt, welches so als »Zwitter« erscheint und in dieser »hermaphroditischen« Bildung im Allgemeinen zugleich

*) Diejenigen Fälle, wo sich Eikeime ohne Betheiligung des Samens zu neuen Individuen entwickeln (bei den Aphiden, dann bei Schmetterlingen und Bienen, bei welch' letzteren diese Erscheinung von v. Siebold als Parthenogenesis bezeichnet wurde) beeinträchtigen nicht die Richtigkeit der oben ausgesprochenen Definition der geschlechtlichen Zeugung, da es sich ja um das ganze die Art erhaltende Phänomen handelt, und nicht um untergeordnete Theile der Erscheinung. — Wenn die Drohnen der Bienen aus unbefruchteten Eiern hervorgehen, so ist doch wieder die Befruchtung für diejenigen Eier, aus denen weibliche Individuen (Königin und Arbeiterinnen) werden sollen, erforderlich, und ohne diese hat das Leben der Art sein Ende erreicht.

eine niedere Stufe der geschlechtlichen Entfaltung beurkundet. Es vermag so ein Individuum durch die gegenseitige Einwirkung seiner Zeugungsstoffe der Vermehrung vorzustehen, was oft noch dadurch befördert wird, dass entweder die Keimdrüsen (Hoden und Eierstöcke) räumlich vereinigt sind (Muschelthiere), oder dass doch ihre Ausführgänge mit einander communiciren (manche Plattwürmer). Eine höhere Bildungsstufe tritt ein, wenn beiderlei Geschlechtsorgane zwar noch in einem Individuum vereinigt sind, allein getrennte Ausführapparate und derart geschiedene Oeffnungen besitzen, dass der Samen nicht zu den Eiern gelangen kann. Zur Befruchtung der letzteren wird hier noch ein anderes Individuum nothwendig, welches als Männchen fungirt, sowie dieses sich zugleich auch als Weibchen verhalten kann, wenn es selbst von dem von ihm befruchteten Individuum in einem und demselben Acte wieder befruchtet wird. Der Hermaphroditismus geht hiedurch in die Trennung der Geschlechter über, indem in dieser Form die Fortpflanzung schon zwei Individuen postulirt. Die Vertheilung der männlichen und weiblichen Organe auf differente Individuen, deren gegenseitige Einwirkung nothwendig ist, um die Art fortzusetzen, erscheint dann als die vollkommenste geschlechtliche Einrichtung, weil nicht nur specielle Organe, sondern ein ganzes Individuum in seiner Gesammtorganisation zum Endzwecke der Fortpflanzung angelegt und ausgebildet erscheint. — Auch die Theilung der Function im Allgemeinen hat hierin ihren Höhepunct erreicht, wir haben sie ursprünglich vom einfachen Organe auf ein complicirtes Organsystem übertragen gesehen, dessen einzelne Theile wiederum einer Reihe von besonderen Verrichtungen vorstehen, und treffen sie nun schliesslich getheilt von besonderen in geschlechtlicher Hinsicht different gebauten Individuen vollzogen.

§. 4.
Von den Beziehungen der Organe.

Die Differenzirung der Organe, wie sie in den verschiedenen Abtheilungen des Thierreichs in mannichfaltiger Weise vor sich geht, führt zu einer andern Erscheinungsreihe. Es geht schon aus dem Begriffe des Lebens als der einheitlichen Aeusserung einer Summe von gesetzmässigen, sich gegenseitig bedingenden Erscheinungen hervor, dass keine Thätigkeit eines Organes für sich bestehend, absolut, gedacht werden kann, sondern dass vielmehr jegliche Art von Lebenserscheinung die ganze übrige Folge von Erscheinungen voraussetzt.

Da nun die Organe im thierischen Körper als die materiellen Träger der Lebenserscheinungen, Factoren und Producte zugleich, sich darstellen, so werden nothwendig auch innige Beziehungen zwischen den einzelnen Organen vorhanden sein, und es wird sich das am Substrate erkennen lassen, was in der Verrichtung sich offenbart. Man hat diese Beziehungen als »Correlationen der Theile« bezeichnet und es wurde

hiermit zugleich der Weg angebahnt, auf welchem die Erkenntniss dieser Beziehungen zur Gesammtanschauung der thierischen Organismen führt.

Man kann diese Beziehungen in nähere und entferntere theilen, je nachdem ein einzelnes Organ auf ein Organsystem, oder durch letzteres auf den Organismus und dadurch auf alle übrigen Organe gestaltend einwirkt, aber man hat sich wohl zu hüten, hierdurch in teleologische Betrachtungen zu verfallen, da eben die Abhängigkeit der Theile von einander stets mit der Combination der Verrichtungen einhergeht, und etwas für jeden Organismus aprioristisches ist. — Die Entwickelung des Brustbeinkammes bei den Vögeln steht zunächst im Zusammenhange mit der Ausbildung der Pectoralmuskeln, die hier somit die nächsten Beziehungen darstellen, allein damit ist jener Zustand des Sternums noch keineswegs befriedigend aufgeklärt, sondern wir müssen aus der Bildung jener Muskeln noch eine ganze Reihe von Organisationsverhältnissen hervorgehen lassen, wie z. B. die Entwickelung der vorderen Extremitäten zu Flugwerkzeugen, die Pneumaticität der Knochen, die Einrichtung der Athemorgane, die Circulationsverhältnisse, die Integumentarbildungen u. s. w., mit einem Worte: wir kommen stets auf den Gesammttypus zurück, sobald wir ein einzelnes der zu einer continuirlichen Kette verbundenen Glieder in seinen Beziehungen betrachten, und müssen dabei erkennen, dass nicht das Organ den Organismus, sondern der Organismus das Organ beherrscht. —

§. 5.

Von den thierischen Typen.

Die Entwickelung und Ausbildung der thierischen Organe zeigt nicht blos graduelle Verschiedenheiten, sondern es finden sich hier noch Differenzen, die in dem Plane, in der morphologischen Anlage des Organes selbst begründet sind, und die in ihrem Gesammtresultate in der ganzen Wesenheit des Thieres sich reflectiren. Solche Verschiedenheiten beruhen in der Lage der einzelnen Organe zu einander, in ihrer Verbindung unter sich oder mit andern Theilen, und endlich in ihrer Aufeinanderfolge und den Zahlenverhältnissen, in denen sie vorkommen. Auch Eigenthümlichkeiten, die sich schon beim ersten Auftreten des Organes in den eben erwähnten Beziehungen kundgeben, sind hierher gehörig, selbst wenn sie später im ausgebildeten, fertigen Zustande wieder verloren gegangen sind.

Die auf diese Weise an einem Organe zur Erscheinung kommende Summe von Eigenthümlichkeiten prägen demselben einen bestimmten Character auf, den es in der höchsten Ausbildungsstufe ebensowenig verliert, als er selbst in der niedersten Entwickelung, sobald das Organ überhaupt einmal gesondert ist, verkannt werden kann. Dieser aus einer Summe von Eigenthümlichkeiten entstandene Character bildet den Typus des Organes. Die Summe der nach einem gewissen Typus eingerichteten Organe bedingt eine bestimmte Form der Gesammterschei-

nung eines Thieres, die ebenso in seinem Baue wie in seiner äusseren Gestalt sich äussert, und stellt den Typus des Thieres vor.

Weil aber der Typus eines Thieres etwas ursprünglich anerzeugtes, aus der Form und den wechselseitigen Beziehungen der Organe zugleich resultirendes ist, so wird er um so leichter sich offenbaren, je ausgebildeter die Organsysteme sich darstellen, und je deutlicher dieser oder jener Bauplan an einem oder dem andern Organe sich entfaltet hat. Ein typisch gebautes Organ inducirt so den Schluss auf den Gesammttypus des Thieres. Aus dem Vorhandensein einer Bauchganglienkette schliessen wir auf einen Typus, in dem eine Segmentirung des Körpers der herrschende Character ist, und es wird ein mit solchem Bauchmarke versehenes Thier einer jener Abtheilungen (den Annulaten oder den Gliederthieren) angehören müssen, selbst wenn am äusseren Körper die Gliederung verloren gegangen, oder niemals sich gebildet hätte. Dies ist dann die Beugung der Form, welche innerhalb eines Typus auftreten kann, und letzteren nur noch in einem Organsystem und den davon zunächst abhängigen Theilen sich aufrecht erhalten lässt. Bei der gegenseitigen Werthabschätzung der Organe trifft man hinsichtlich des typischen Verhaltens bei den einzelnen Thieren auf die grössten Verschiedenheiten. Ein Organ, welches in einer Thiergruppe als Locomotionsorgan thätig ist, functionirt bei einer anderen Abtheilung als Athemwerkzeug; so erscheinen bei gewissen Krebsthieren die gegliederten Anhänge des Körpers bald als Ruderorgane, oder als Schreitfüsse, bald als dünne häutige Blättchen gestaltet, in welch' letzteren dann die Athmung vollzogen wird; und dennoch, trotz dieser Verschiedenheit der Function, sind diese Theile im Baue wesentlich übereinstimmend, soweit dies die veränderte Verrichtung zulässt, und verhalten sich in völlig gleicher Weise zu den ihnen angehörigen Segmenten des Körpers. Alle erscheinen als gegliederte Anhänge der Segmente, als Gliedmaassen, die den Segmenten in bestimmter Zahl zukommen, an gleichen Stellen sich inseriren und von gleichwerthigen Theilen der Nervencentra ihre Nervenzweige erhalten. Es geht klar hieraus hervor, dass diese Theile nur Modificationen eines und desselben Gebildes sind, zu verschiedenen Zwecken zwar umgeformt, allein dennoch das Gepräge eines gemeinsamen Typus erkennen lassend. Auf der andern Seite treffen wir auf Organe, welche zwar in der physiologischen Bedeutung für die Organismen, denen sie angehören, mit einander übereinstimmend sind, aber in anatomischer Beziehung und auch durch ihre Entwickelungsweise also in der Summe der morphologischen Erscheinung sich sehr verschieden verhalten. Die Kiemen eines Fisches und die Lungen eines Vogels oder Säugethieres sind beide Athemwerkzeuge, empfangen venöses Blut aus dem Körper und geben arteriell gewordenes ab, allein die ersteren bestehen aus Blättchen, die in dichten Reihen bogig geformte und an die Schädelbasis befestigte Knochenstücke (die Kiemenbogen) besetzt halten, und die in dem zwischen den Kiemenbogen hindurchströmenden Wasser den Athemact vollziehen. Dagegen

stellen die Lungen häutige, in die Thoraxhöhle gelagerte Säcke vor, die in vielfache kleinere Hohlräume getheilt sind und von aussen her Luft aufnehmen, welche, bis in die feinsten Räume dringend, die Respiration des dort in reichen Gefässnetzen vertheilten Blutes vermittelt. Jede Eigenschaft des Baues einer dieser beiden Arten von Athemwerkzeugen stellt somit eine Verschiedenheit von jenen des anderen vor, und ebenso grosse Verschiedenheiten würden sich ergeben, wenn wir noch die Entstehung jener Organe berücksichtigten. Man sieht aus diesem Beispiele, wie verschieden die Resultate sind je nach dem Maassstabe, der bei der Vergleichung angelegt wird, und wie die Vergleichung nach verschiedenen Seiten hin geübt werden kann. In dem einen Falle messen wir die Organe unter einander nach ihrem physiologischen Werthe, und treffen hier bei gleicher Function bei selbst noch so sehr verschiedenem Baue die Analogien der Theile an. Im andern Falle prüfen wir die Gleichartigkeit der Organe nach ihrer Entstehung und nach ihrer Einrichtung im fertigen Zustande, d. h. wir prüfen sie von ihrer morphologischen Seite, und finden dann die Homologien derselben heraus.

Analogie und Homologie sind wesentlich verschiedene Begriffe, die nur durch den gemeinsamen Ursprung der Vergleichung mit einander verknüpft sind; dem einen aber liegen physiologische Thatsachen, dem andern morphologische zu Grunde, und wenn wir die Unterschiede beider wieder an einem Beispiele prüfen wollen, stellt sich das schon oben gewählte am geeignetsten wieder dar. Die Kiemen eines Fisches sind die Analoga der Lungen eines Vogels oder Säugethieres, d. h. sie sind beide Organe der Athmung, dagegen sind sie weit entfernt, einander homolog zu sein. Als Homologa würden sich dagegen der Flügel eines Vogels zu der Brustflosse eines Fisches verhalten, die beide vordere Extremitäten sind, dagegen würden dieselben Theile, mit der Flosse eines Tintenfisches oder mit dem Flügel eines Schmetterlings verglichen, blosse Analoga vorstellen, indem sie zwar alle Bewegungsorgane sind, allein in wesentlich verschiedenen morphologischen Verhältnissen sich finden.

Da die Homologien ihre Kriterien in den morphologischen Verhältnissen besitzen und durch diese die Baupläne der Organe und schliesslich der Thiere sich offenbaren, so sind sie für die vergleichende Anatomie von grösserer Bedeutung als die Analogien, die nur in der functionellen Uebereinstimmung der Organe beruhen. Letztere ziehen sich daher gleichmässig durch das ganze Thierreich, da eine gewisse Summe von Functionen jedem Thiere zukommen muss, erstere dagegen beschränken sich auf engere Kreise, innerhalb deren eine gewisse Reihe von typischen Organisationsverhältnissen in die Erscheinung tritt und einen thierischen Typus bedingt. Homologien werden also in ausgedehnterer Weise nur bei Organen bestehen, welche Thieren von einem gleichen Typus angehören*).

*) Es soll dieser Satz nur zur allgemeinen Orientirung dienen, denn es

Es lassen sich die Homologien je nach den näheren oder entfernteren Beziehungen in mehrfache Abtheilungen gruppiren, wie dies namentlich R. Owen*) that, welcher deren drei aufstellte:

1) Allgemeine Homologie. Sie findet sich, wenn ein Theil oder eine Reihenfolge von Theilen sich auf den Grundtypus bezieht, und deren Erscheinung einen Begriff jenes Grundtypus in sich birgt, auf welchem eine Thiergruppe aufgebaut ist. Der Ausdruck eines solchen Grundtypus ist z. B. der Wirbel. Ist demnach nachgewiesen, dass z. B. der Basilartheil des menschlichen Hinterhauptbeines dem Centrum oder Körper eines Wirbels gleich ist, oder mit andern Worten, dass er den Körper des hintersten Kopfwirbels vorstellt, so hat man jene Art der Homologie dargethan.
2) Die specielle Homologie ist jene, wenn ein correspondirendes Verhältniss besteht zwischen den Beziehungen von Organen in verschiedenen Thieren. Das Vorhandensein dieser Homologie zeigt an, dass die Thiere, bei deren Organen sie besteht, nach einem gemeinsamen Typus gebaut sind. Wenn man daher dies entsprechende Verhalten zwischen dem *Os coracoideum* eines Vogels und dem *processus coracoideus* der Scapula des Menschen nachgewiesen hat, so wird dadurch die specielle Homologie beider Knochen bestimmt.
3) Die Homologie der Reihe ergibt sich dann, wenn gleichartig gebildete und aufeinanderfolgende Organe oder Theile des Körpers unter einander verglichen werden, gleichviel welche Umbildungen die einzelnen Abschnitte zu verschiedenen Zwecken erlitten haben. Es besteht diese Homologie demgemäss nur bei solchen Thieren, deren Körper in Segmente zerfällt ist, oder bei denen einzelne Bestandtheile des Körpers eine Aufeinanderfolge zeigen (also Ringelwürmer, Arthropoden, Wirbelthiere). So ist ein fusstragendes Thoracalsegment eines Krebses homolog einem beliebigen anderen Körpersegmente, z. B. jenem, welches die Begattungsorgane trägt.

Es ist vorher gesagt worden, dass homologe Bildungen von Organen nur innerhalb bestimmter grösserer Thierabtheilungen wahrzunehmen sind, woraus denn der gemeinsame Bauplan, der allen hieher zu rechnenden Wesen zu Grunde gelegt ist, hervorleuchtet. Durch die Auffindung dieser Homologien gelangte man zur Erkenntniss der Grundtypen der Thiere, in der sich unsere heutige morphologische Gesammtanschauung vom Thierreiche concentrirt. Wir erkennen nämlich, dass eine gewisse Anzahl von typischen Organisationsverhältnissen existirt, deren jede von einem einheitlichen Grundtypus ausgeht, und in einer verschiedenen Ausdehnung, vom niederen beginnend, zum höheren em-

---

wird später noch gezeigt werden, in welcher Weise seine Verallgemeinerung beschränkt werden muss.

*) *On the Archetype and homologies of the vertebrate Sceleton.* Uebersetzung in's Französische unter dem Titel: *Principes de l'ostéologie comparée, Paris* 1855, *pag.* 28.

porsteigend, sich entfaltet, eine Lehre, die zuerst von Cuvier ausgesprochen und den Bestrebungen der naturphilosophischen Schule, der zufolge alle thierischen Formen, vom einfachen zum höhern, sich sämmtlich über einander ordnen sollten, erfolgreich entgegengestellt wurde.

Die einzelnen Grundtypen, die aus der ganzen Wesenheit der ihnen zugezählten Thierformen gewonnen sind, bilden ebensoviele natürliche Abtheilungen des Thierreichs und die Basis der wissenschaftlichen Systeme. In jedem der ersteren kommt eine allgemeine Grundform zur Erscheinung, der die einzelnen Organe und Organsysteme accomodirt sind, und diese entfaltet sich nach den verschiedensten Richtungen, ohne von der Herrschaft des entsprechenden Typus frei zu werden.

Diese Breite des Ausbildungsgrades der verschiedenen Grundtypen manifestirt sich in jedem derselben durch eine fortschreitende Entfaltung der Organisation, die sich für jede in einer mit niederen Formen beginnenden und mit höheren abschliessenden Reihenfolge von Wesen ausspricht. Es darf aber auch dies Verhältniss nicht wie eine continuirliche Reihenfolge gefasst werden, denn wir sehen innerhalb jedes Grundtypus dieselbe Erscheinung wiederkehren, wie sie in den Beziehungen der einzelnen Grundtypen zu einander sich zeigt, wir finden in jedem Grundtypus ein Auseinandergehen der einzelnen Formen und eine Ausbildung der Form zwar noch auf Basis des gemeinsamen Typus, aber nach den verschiedensten Richtungen divergirend. Insofern in jedem Grundtypus ein gewisser gesetzmässiger Bildungsplan durchgeführt wird, sind die einzelnen Grundtypen von einander unabhängig und stehen einander gleichwerthig gegenüber. Es enthält so jeder derselben eine Anzahl von Thierformen, in denen eine relativ vollkommene Organisation entfaltet ist, die aber andern sich unterordnen kann, sobald man nicht die concrete Organisation, sondern die Typen mit einander vergleicht, denen letztere angehört. So ist ein Cephalopode in Hinsicht seiner einzelnen Organe viel vollkommener organisirt, als die niedersten Wirbelthiere (*Amphioxus*), und dennoch stellen wir letztere über den ersteren, eben weil der Wirbelthiertypus den der Mollusken an Vollkommenheit überragt.

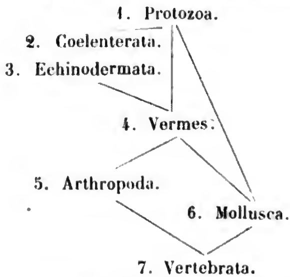
Durch das gegenseitige Abwägen des relativen Werthes der einzelnen Grundtypen unter einander erhalten wir eine natürliche Rangordnung derselben, bei der aber die graduelle und relativ hohe Ausbildung, die innerhalb eines jeden Typus möglich ist, nicht ausser Acht bleiben darf, so dass die verschiedenen Typen wie Radien gedacht werden können, die von einem gemeinsamen Puncte unter grösserer oder geringerer Divergenz ausgehen, jedoch nicht eine gleiche Länge erreichen, sondern je nach der Vollkommenheit des Typus, der durch sie repräsentirt sein soll, in verschiedener Höhe endigen. Es hat diese Symbolisirung auch noch darin eine Begründung, dass, je vollkommener der Typus, er um so weiter sich von der gemeinschaftlichen Basis entfernt.

Diese Auffassung des Verhaltens der thierischen Grundtypen zu ein-

ander harmonirt keineswegs mit der Abgeschlossenheit der Typen, wie diese oben als bestehend gegeben ward. Es sollte aber unter der Abgränzung und dem selbständigen Bestande der Grundtypen nur deren freie Entfaltung innerhalb je einer gegebenen Bauform verstanden, nicht aber die morphologischen Beziehungen derselben zu einander negirt werden, denn es ist thatsächlich herzustellen, dass an dem Anfange, also unter den niedersten Bildungen eines Typus Formen sich finden, die, wie einem Gränzgebiete angehörig, die Charactere verschiedener, immer aber sich nahe stehender Typen an sich tragen, wobei denn nur der Ausbildungsgrad des einen oder des andern Characters für die Stellung entscheidend war. Dass aber quantitative Verschiedenheiten streng genommen nicht maassgebend sein können für eine so tief eingreifende Trennung, wie es jene ist, die gewöhnlich zwischen den Grundtypen statuirt wird, ist einleuchtend, und so erhalten wir denn Zwischenglieder, die sich wie Brücken über die Kluft der Grundtypen hinüber bauen und für die im Thierreiche waltende Einheitsidee Zeugniss ablegen.

Ich habe solcher Anschauung in der oben gewählten Darstellung vom radiären Auseinandergehen der Grundtypen theilweise eine Form zu geben versucht, für die specielle Begründung dieser Anschauung muss ich aber auf die vergleichende Darstellung der Organe der einzelnen Grundtypen verweisen, wo die verwandtschaftlichen Beziehungen der letzteren durch den Nachweis von Homologien der Organe berücksichtigt sind.

Die Formirung der einzelnen, auf solche Grundtypen aufgebauten Abtheilungen ist bis jetzt noch nicht zu vollständiger Abrundung gediehen, so dass einzelne derselben wohl auch eine wesentliche Umgestaltung erfahren dürften. Diese Abtheilungen, die dem Plane dieses Buches zu Grunde gelegt wurden, sind die folgenden, die zugleich ihre verwandtschaftlichen Beziehungen in der Zusammenstellung wiedergeben lassen.



Den Ausgangspunct bilden die Protozoen, an welche sich einerseits die radiär gebauten Abtheilungen der Coelenteraten und Echinodermen anreihen und nach dieser Seite hin abschliessen, indess sich gleichzeitig

der viel höher emporsteigende Wurmtypus aus ihnen entwickelt, der in den Arthropoden wiederum nach einer Seite hin seine höchste Ausbildung erreicht. Der Gliederthiertypus ist unter den Würmern schon bei der grossen Abtheilung der Anneliden angedeutet. Die Segmentbildung zeigt sich aber hier nur als eine Wiederholungsreihe, ihre Producte sind gleichmässig gestaltet und functionell auch gleichwerthig organisirt, so dass jedes eine gewisse Summe von Lebensbedingungen in sich trägt und sie oft zu neuen Individuen werden. Dieser Unabhängigkeit der Körpersegmente von einander wird bei den Arthropoden eine Schranke gesetzt, sie treten in abhängige Beziehungen zu einander, entwickeln sich äusserlich wie innerlich in den Organen heteronom. In alledem erscheint aber nur die Fortbildung der höchsten Form des Wurmtypus. Es müssten demgemäss Würmer und Gliederthiere in einer Abtheilung vereinigt werden, wenn das sie umschliessende Band dann nicht zu locker sich fügte, und, ungeachtet der reichlich vorhandenen Uebergänge aus der einen Form in die andere, die Verbindung der äussersten unter einander kaum durch einheitliche Charactere hergestellt werden könnte. Wie die Gliederthiere so reihen sich aber auch die Mollusken an die Würmer an, nur dass die Anfügestelle eine etwas tiefere ist, so dass wir in den Mollusken nicht die in seinen allgemeinen Zügen geradlinig fortlaufende Ausbildung des Wurmtypus, wie dies bei den Gliederthieren der Fall ist, sondern eine viel höhere emporsteigende Fortbildung eines noch bei niedern Würmern (Plattwürmern) vorhandenen, bei den Ringelwürmern dagegen durch die Gliederung des Körpers schon aufgegebenen Typus erblicken. Der Anschluss geschieht hier durch die Gasteropoden; von diesen aus erhalten wir eine höhere Entfaltung in den Cephalopoden, und eine seitliche Abzweigung durch die Acephalen zu den Tunicaten hin, bis denn in den Bryozoen das äusserste Ende dieses Ausläufers erreicht ist. Die letzte, oberste Abtheilung stellt den Wirbelthiertypus vor, der von allen als der am meisten in sich abgeschlossene erscheint und kaum eine feste Verbindung mit den übrigen Typen aufweist, sei es, dass uns nur die vermittelnden Formen gegen diese oder jene Reihe hin noch unbekannt sind, oder dass wir nur nicht im Stande waren, die in dem Bekannten bestehende, aber verborgene Homologie aufzudecken.

Wenn sich auch der Bauplan der Wirbelthiere nicht so direct und sicher aus einem der aufgestellten übrigen Typen ableiten lässt, als dies bei den übrigen zum grössten Theile möglich ist, so dürfen wir doch nicht einen Umstand verkennen, der die Beziehungen des Vertebratentypus schon von vorn herein feststellen lässt, selbst wenn nur niedere Wirbelthierformen bekannt wären. Es ist dies einmal die ausgesprochene Gliederung des Körpers, die besonders in seinen Stützorganen sich äussert, aber vordem schon in Musculatur, Gefässsystem und Nervensystem vorhanden ist, und dann sind es die Beziehungen der Stützorgane zu den übrigen Theilen. Durch das erstere Verhältniss werden wir zu den Gliederthieren geleitet, durch das letztere zu den höheren Mollusken. Es

verbinden sich in den Wirbelthieren die Charactere zweier Typen unter einander, in der Eigenthümlichkeit, dass die eine (die Gliederung) an dem anderen (dem Skelete u. s. w.) sich am auffallendsten offenbart*).

Durch die Vereinigung dieser Charactere im Wirbelthiertypus wurde diesem zugleich seine Stelle weit über jedem der beiden anderen Vorläufertypen angewiesen, und er bildet damit den Abschluss des ganzen, in den mannichfaltigsten Richtungen sich entwickelnden Formenreiche der Thierwelt. —

Literatur.

Von den allgemeinen Hilfsmitteln beim Studium der vergleichenden Anatomie sind ausser den Handbüchern und anderen Werken über Zoologie folgende anzuführen:

A. Für vergleichende Anatomie insbesondere:

Cuvier, G., *Leçons d'anatomie comparée. 5 Voll. Paris* 1799—1805.

Uebersetzt und mit Anmerkungen und Zusätzen vermehrt von L. H. Froriep und J. F. Meckel. 4 Bände. Leipzig 1809—10. *Seconde édition.* 9 Bde. Paris 1835—46.

Meckel, J. F., System der vergleichenden Anatomie. 6 Bände. Halle 1821—33 (unvollendet).

Carus, C. G., Lehrbuch der Zootomie. Leipzig 1818. Lehrbuch der vergleichenden Zootomie. 2 Bde. 2. Aufl. Leipzig 1834.

Owen, R., *Lectures on comparative anatomy and physiology of the Invertebrate animals. London* 1843. 2. Auflage 1856. — *of the Vertebrate Animals. P. I. Fishes. ibid.* 1846.

Wagner, R., Handbuch der vergleichenden Anatomie. 2 Bde. Leipzig 1834.

Neue Auflage davon als: Lehrbuch der Zootomie. 2 Bde. Leipzig 1843—48.

v. Siebold und Stannius, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. 2 Bde. Berlin 1845—48.

Zweite Auflage als: Lehrbuch der Zootomie, Band I. Heft 1 u. 2. 1854—57.

Rymer Jones, *General outline of the organisation of the animal Kingdom and manual of comparative anatomy. London* 1841. 2. Auflage 1855.

Schmidt, O., Handbuch der vergleichenden Anatomie. Dritte Auflage. Jena 1855.

Unter den zoologischen Handbüchern, welche den Bau der Thiere eingehender berücksichtigen, ist vor allem anzuführen C. Vogt, Naturgeschichte der Thiere, 2 Bde. Frankfurt 1851; dann auch van der Hoeven, Handbuch der Zoologie, 2 Bde. Leipzig 1850—1856.

B. Die Physiologie mit der Anatomie vereinigt behandeln:

C. Bergmann u. R. Leuckart, Anatomisch-physiologische Uebersicht des Thierreiches. Stuttgart 1851.

Milne-Edwards, H., *Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'Homme et des animaux. T. I—II. Paris* 1857—58.

*) Vergl. V. Carus, *Icones zootom.* — Einleitung.

Viele vergleichend anatomische Angaben finden sich überdies in:

Burdach, C. F., Die Physiologie als Erfahrungswissenschaft, mit Beiträgen von C. v. Baer, Dieffenbach, J. Müller, R. Wagner. 6 Bde. Leipzig 1826—40.

Zweite Auflage mit Beiträgen von E. Meyer, H. Rathke, C. v. Siebold u. G Valentin. 2 Bde. Leipzig 1835—37.

J. Müller, Handbuch der Physiologie des Menschen. 2 Bde. 4. Auflage. Coblenz 1844.

C. Für Morphologie ist anzuführen:

R. Leuckart, Ueber die Morphologie und die Verwandtschaftsverhältnisse der wirbellosen Thiere. Braunschweig 1848.

V. Carus, System der thierischen Morphologie. Leipzig 1853.

D. Für vergleichende Gewebelehre:

F. Leydig, Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere, Frankfurt 1857.

E. Iconographische Darstellungen vom Baue der Thiere bieten ausser den den Büchern von Cuvier und C. G. Carus beigegebenen Kupfertafeln:

Carus und Otto, Erläuterungstafeln zur vergleichenden Anatomie. 8 Hefte. Leipzig 1826—52.

R. Wagner, *Icones zootomicae*, Handatlas zur vergleichenden Anatomie. Leipzig 1841.

O. Schmidt, Handatlas der vergleichenden Anatomie. Jena 1854.

V. Carus, *Icones zootomicae*, mit Originalbeiträgen von G. J. Allman, C. Gegenbaur, Th. H. Huxley, A. Kölliker, H. Müller, M. S. Schultze, C. v. Siebold u. F. Stein. 1. Hälfte. Leipzig 1857.

Erster Abschnitt.

Protozoa.

§. 6.

Die Abtheilung der **Protozoen** (Urthiere) umfasst alle jene thierischen Organismen, die durch die Einfachheit ihrer Organisationsverhältnisse die niederste Stufe thierischer Lebensform beurkunden. Diese Einfachheit beruht auf der geringen oder vollständig mangelnden Differenzirung von Organen, so dass hier entweder ganze Theile des Körpers oder der gesammte Thierleib Reihen von Functionen vollzieht, die sonst entweder auf Abschnitte des Körpers beschränkt sind oder als Träger discrete Organe besitzen. — Diese Körperverhältnisse sind jedoch bei den Protozoen nicht gleichmässig, sondern es besteht auch hier ein gewisser Breitegrad der Differenzirung, so dass die ganze Abtheilung eine Anzahl von graduell ebenso weit von einander verschiedenen Thieren umfasst, als jede andere Abtheilung des Thierreiches.

Es ist bei den niedersten Protozoen der Körper aus einer homogenen, contractilen Substanz, **Sarcode** *) genannt, gebildet, die ohne bestimmte äussere Gestalt alle Lebensverrichtungen eines Thieres vollzieht. Es gehören hierher die **Rhizopoden**, von denen die grössere Mehrzahl durch Bildung eines Gehäuses sich auf eine höhere Stufe erhebt, wenn auch die äussere Abgrenzung der Gestalt dadurch noch nicht in sichere Schranken gewiesen wird. Dies tritt erst ein, wo es zu einem innig mit dem Körper verbundenen, derberen Integumente kommt, einer äusseren Körperschicht, welche einen Gegensatz zum weicheren Parenchyme bildend, für den Körper formgebend und formbedingend wird. Die **Gregarinen** liefern hierfür Belege. Das ebenfalls nicht weiter diffe-

*) Diese Substanz, nach **Dujardin** unter obigem Namen bezeichnet, sollte den Körper aller niederen thierischen Organismen zusammensetzen, und wurde überall da angenommen, wo eine organologische und histiologische Differenzirung undeutlich war. Man ist aber darin zu weit gegangen, dass man alle contractilen Gewebselemente als aus Sarcode bestehend annahm, denn trägt man die Bedeutung auch auf die contractile Zelle (Muskelfaser) eines differenzirten Thieres, so muss man sich darunter etwas ganz Anderes vorstellen, als unter einer contractilen Substanz, die für sich einen ganzen Organismus bildet, und in welcher somit alle Functionen eines Thieres geleistet werden müssen. Wir beziehen somit »Sarcode« nur auf solche Organismen, an denen keinerlei Gewebselemente wahrzunehmen sind.

renzirte Körperparenchym ist zwar in Allem dem homogenen Körper der Rhizopoden analog, hat aber durch die Anbildung einer festeren Hautschicht bestimmtere Formen gewonnen. Diese herrschen denn auch in der ganzen Classe der Infusorien vor, ja es erlangt der Körper hier sogar eine höhere Organisation durch eine beginnende Differenzirung von Organen, unter denen die mit dem Körperintegumente in Zusammenhang stehenden, als Wimperhaare (Cilien), die grösste Entfaltung zeigen. Gleichzeitig begreift aber auch die Classe der Infusorien (natürlich mit Ausschluss der früher hier beigezählten pflanzlichen Organismen *) wieder solche, die, was die Differenzirung des Körpers angeht, bis nahe an die Rhizopoden anstreifen, so dass hier in der stufenweisen Ausbildung der Organisation die grösste Reichhaltigkeit sichtbar ist.

Sowohl die niederen Infusorien, als auch die Rhizopoden und Gregarinen haben wegen der Einfachheit ihres Körpers, der ohne Differenzirung von besonderen Organen dennoch die Verrichtungen des Lebens vollzieht, als auch wegen der Aehnlichkeit dieser Körperbildung mit dem einfachsten histiologischen Elemente, der Zelle, Veranlassung zu Vergleichungen in dieser Richtung abgegeben, und es war namentlich v. Siebold **), der die Lehre von der »Einzelligkeit« dieser Thiere ausbildete, eine Lehre, nach welcher das Thierreich mit denselben einfachen Organismen beginnt, wie auch das Pflanzenreich, d. h. mit Formen, welche morphologische Aequivalente von Zellen sind. Das Vorkommen eines festeren Gebildes im Inneren des Körpers dieser Thiere ist eine der Hauptstützen jener Auffassung dadurch geworden, dass jenes Gebilde in vielen Beziehungen dem Kerne einer Zelle sich analog erweist, und namentlich bei manchen Fortpflanzungsacten sich in entsprechender Weise betheiligt. Hat nun auch diese Theorie ihre grossen und nicht abzusprechenden Verdienste für die Würdigung der niedersten thierischen Organismen, so ist doch einer Verallgemeinerung derselben, namentlich einer Ausdehnung über alle den Rhizopoden und Infusorien beigezählten Wesen, Vieles entgegenstehend, und es hat deshalb ihre Anwendung nur mit grösster Vorsicht zu geschehen. Die meisten der grösseren, und deshalb einer genauen Untersuchung besser zugänglichen Infusorien zeigen in der relativ nicht unbedeutenden Complicirtheit ihres Baues, dass sie viel eher Zellencomplexen entsprechen als einer einfachen Zelle, und wenn auch der »Kern« dieser Thiere noch als Kriterium der Zellnatur angeführt werden soll, so ist hiergegen einzuwenden, dass eben dieses Gebilde bei jenen Geschöpfen erstlich nicht das allein maassgebende für

*) Hier sind vorzüglich die Untersuchungen von v. Siebold maassgebend und bahnbrechend gewesen. Vergl. dessen Aufsatz: »Ueber einzellige Pflanzen und Thiere« in der Zeitschrift für wissensch. Zoologie, Bd. I. — Wegen der noch vielfach bestehenden Unsicherheit in der Stellung vieler der sogenannten geisseltragenden Infusorien (Flagellata) lassen wir diese hier ausser Betracht.

**) Vergl. dessen Lehrbuch der vergleich. Anatomie, sowie den vorhin citirten Aufsatz.

die Auffassung sein kann und zweitens, dass, selbst wenn wir es als solches annehmen wollen, seine Thätigkeit bei der Erzeugung von Jungen es in einer ganz anderen, von dem Werthe eines Zellenkernes sehr verschiedenen Bedeutung erscheinen lässt (siehe darüber unten bei den Zeugungsorganen) *). Auch für die vielkammerigen Rhizopoden wird die Annahme einer Aequivalenz mit Zellencomplexen eine den Lebenserscheinungen dieser Thiere harmonischere sein. —

Als die letzte Abtheilung der Protozoen stellen wir noch nach Huxley's Vorgange die Poriferen **) (Schwämme) hierher, die bisher abwechselnd vom Thier- zum Pflanzenreiche verwiesen, nunmehr ohne Anstand den Thieren beigezählt werden dürfen, und sich zugleich durch die vollkommen geschlechtliche Entwickelung über die übrigen Proto-

*) Wenn wir auf der einen Seite gewisse Gruppen unter den Protozoen als Thiere, deren Körper einer Zelle entsprechen, annehmen, wie Amoeben, Gregarinen, niedere Infusorien, auf der anderen dagegen die höher organisirten Infusorien als mehrzellige Thiere ansehen, so scheint es inconsequent, den Kern der einen als einem »Nucleus« analog, bei den anderen dagegen das scheinbar gleiche Gebilde als davon verschieden anzusehen. Es steht aber hier zu bedenken, ob denn wirklich eine morphologische Identität durch rein äusserliche Dinge nachgewiesen ist, oder ob nicht vielmehr alle Beziehungen hier ins Gewicht fallen. Zudem ist auch die Lehre vom Zellenkerne eine noch so wenig ausgebildete, dass sie keineswegs als sichere Basis der Vergleichung dienen kann. Es wird selbst für die Gregarinen die Einzelligkeit zweifelhaft, denn es ist noch keineswegs erwiesen, dass diese Thiere einfach aus einem Fortwachsen der in den Keimkörnern (Pseudonavicellen) eingeschlossenen, beim Freiwerden amoebenartig sich bewegenden Substanz hervorgehen, und es ist immer noch möglich, dass in diesen Keimkörnern eine wahre Zellen darstellende Differenzirung vor sich geht. Wenn wir damit vergleichen, dass in gewissen Psorospermien ein dem Furchungsprocesse eines Eies vergleichbares Zerfallen der Substanz gesehen wurde (von Lieberkühn), so gewinnt der oben ausgesprochene Zweifel noch bestimmtere Basis. Wir müssen daher die Frage, ob wir es hier mit einzelligen oder mehrzelligen Organismen zu thun haben, vorläufig noch als eine unentschiedene ansehen. — Der mangelnde Nachweis von discreten Zellen im ausgebildeten Organismus scheint noch keinen Beweis der Einzelligkeit abgeben zu dürfen, denn bei vielen sicherlich sehr complicirten Thierkörpern, z. B. bei Strudelwürmern, ist es ebenfalls oft schwer, manchmal sogar unmöglich, bestimmte Zellen zur Anschauung zu bringen. —

**) Von einigen, wie von Leuckart (Nachträge und Berichtigungen zu van der Hoevens Handbuch der Zoologie) werden die Schwämme den Coelenteraten beigerechnet, wozu die Aehnlichkeit der das Körperparenchym durchziehenden zahlreichen Wassercanäle mit dem Gastrovascularapparat der Coelenteraten Veranlassung gab. Diese Aehnlichkeit ist jedoch eine wenig tief gehende, und es könnte jene Einrichtung auch dahin gedeutet werden, in den Poriferen die Vorläufer von zusammengesetzten Ascidien zu sehen. Ueberdies ist der durchaus fehlende Radiärtypus bei den Poriferen schon für sich ein Grund, diese Thiere von den Coelenteraten zu scheiden. —

Ob die Poriferen als Thiercolonien oder als Thierindividuen angesehen werden müssen, lasse ich hier dahingestellt, möchte aber aus dem Umstande, dass die einzelnen sie zusammensetzenden Zellen amoebenartige Lebenserscheinungen (Contractilität) besitzen, noch nicht zum Schlusse kommen, sie Amoebencolonien zu vergleichen. Sind doch Contractilitätserscheinungen bei vielen Parenchymzellen niederer Thiere beobachtet (vergl. Kölliker: Würzb. Verhandlngen 1857).

zoen anreihen *). Die verschiedenen Gruppen der Protozoen verhalten sich gegen einander als gleichwerthige Classen, die immer in einzelnen Abtheilungen unter einander manche Uebergänge vermitteln, aber dennoch durch ihre morphologische Verschiedenheit eine Anzahl verschiedener Typen repräsentiren. Es lassen sich diese letzteren als die Vorläufer von höheren Thierabtheilungen, in denen der hier nur angedeutete Typus sich vollkommen ausgebildet hat, ansehen, so dass also von diesem Gesichtspuncte aus die Protozoen keine den übrigen einen einheitlichen Typus zur Grundlage besitzenden Thierkreisen entsprechende, gleichwerthige Abtheilung formiren (vergl. hierüber V. Carus, System der thierischen Morphologie p. 401) **).

Uebersicht der Classen der Protozoen.

I. Rhizopoda.

1. Ordn. Monothalamia.

a) Nuda.

Amoeba.

b) Testacea.

Gromia, Lagynis.

2. Ordn. Polythalamia.

Miliola, Rotalia, Nonionina, Polystomella; — Nodosaria; — Acervulina.

II. Gregarinea.

Monocystis, Zygocystis; — Gregarina.

III. Infusoria.

1. Ordn. Periphryganea.

Acineta ***).

2. Ordn. Ciliata.

Vaginicola, Cothurnia, Ophrydium; — Vorticella, Epistylis, Carchesium; — Stentor; — Loxodes, Bursaria, Paramaecium, Trachelius; — Nassula, Prorodon; — Oxytricha, Kerona, Stylonychia, Euplotes.

IV. Porifera.

Spongia, Tethya, Spongilla.

---

*) Ausser den bisher angeführten vier grösseren Classen, in welche wir die Protozoen eintheilen, kommen noch einige erst in der neueren Zeit bekannt gewordene Gruppen in Betracht, welche unzweifelhaft den Protozoen eingereiht werden müssen. Es sind die Thalassicollen, Acanthometren und Polycystinen, Formen, die J. Müller neuerdings als *Rhizopoda radiolaria* den übrigen Rhizopoden anreiht. — Ueber die Thalassicollen vergl. Huxley in *Annals of nat. hist* 1851; dann J Müller im Monatsber. d. Berlin. Acad., Nov. 1856; daselbst auch über Acanthometren und Polycystinen; dann J. Müllers Abhandlung in d. Abhdlg. d Berlin. Acad. 1858.

**) Daher kommen die immer sich wiederholenden Versuche, einzelne Abtheilungen der Protozoen den anderen grossen Thierkreisen anzureihen, und so den ganzen Kreis der Protozoen aufzulösen. So stellt C. Vogt die Gregarinen zu den Rundwürmern, Agassiz vereinigt die Rhizopoden mit den Mollusken, und O. Schmidt die Infusorien im weiteren Sinn des Wortes (Rhizopoden und Infusorien in sich begreifend) zwischen Würmer und Echinodermen. —

***) Die Acineten fasse ich als selbständige Ordnung, weil sie im entwickelten Zustande durch die Art ihrer Nahrungsaufnahme und durch den Mangel von Cilien

Literatur.

1. **Rhizopoda:** Ehrenberg, Die Infusorien als vollkommene Organismen. Berlin 1838.
Dujardin, *Histoire naturelle des Zoophytes, Infusoires. Paris* 1841.
M. S. Schultze, Ueber den Organismus der Polythalamien, nebst Bemerkungen über die Rhizopoden im Allgemeinen. Leipzig 1854.
Auerbach, Die Einzelligkeit der Amoeben. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. VII.

2. **Gregarinae:** v. Frantzius, *Observationes quaedam de Gregarinis. Berolini* 1848.
Stein, Ueber die Natur der Gregarinen. Müller's Archiv 1848.
Kölliker, Beiträge zur Kenntniss niederer Thiere. Zeitschr. f. wissensch. Zoolog. Bd. I. 1848.

3. **Infusoria:** Ehrenberg, Die Infusorien als vollkommene Organismen. Leipzig 1838. Hauptwerk.
Dujardin, *op. supra citat.*
Kölliker, Ueber das Sonnenthierchen (*Actinophrys sol*). Zeitschr. f. wissensch. Zoolog. Bd. I. 1848.
Cohn, Anatomie und Entwickelungsgeschichte von *Loxodes Bursaria*. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. III. 1850.
Stein, Die Infusionsthiere auf ihre Entwickelung untersucht. Leipzig 1854.
Claparède, Ueber *Actinophrys Eichhorni*. Müll. Archiv 1854.
Lachmann, *De Infusoriorum inprimis Vorticellinorum structura. Berol.* 1855. — Dann in Müll. Archiv 1856.
Lieberkühn, Beiträge zur Anatomie der Infusorien. Müll. Archiv 1856.

4. **Porifera:** Grant: Edinburgh new philosoph. Journal 1827.
Huxley, Ueber Spongien. *Annals of nat. hist.* 1851.
Lieberkühn, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Spongien. Müll. Archiv 1856. Beiträge zur Anatomie der Spongien ibid. 1857.

§. 7.

Körperbedeckung und Bewegungsorgane.

a) Von den Integumenten.

Die Körperbedeckungen der Protozoen sind im Allgemeinen von derselben weichen Beschaffenheit, wie das gesammte Körperparenchym des Thieres, ja bei einer Abtheilung, der der Rhizopoden, wo die Körpergestalt nur wenig oder gar nicht bestimmt abgegränzt ist, und die contractile Grundsubstanz des Körpers durch Aussendung von Fortsätzen der verschiedensten Form und Grösse stets neue Theile nach aussen kehrt, ist ein mit dem Körper enger verbundenes, von den äussersten Schichten des Leibes formirtes Integument gar nicht unterscheidbar. Es

von den übrigen Infusorien so sehr verschieden sind und sich mehrfach den Rhizopoden nähern. Der bewimperte Embryo trennt sie aber von diesen. — Einige isolirt stehende Formen, *Actinophrys* und *Noctiluca* möchte ich als Repräsentanten selbständiger Ordnungen der Infusorien ansehen.

wird dies hier durch die oft sehr complicirten Schalenbildungen gewissermaassen ersetzt.

Am Körper der Gregarinen und Infusorien gibt sich eine bestimmte Integumentbildung zu erkennen, durch welche sogleich der Allbeweglichkeit des Körpers, wie sie bei den Rhizopoden sich traf, eine Schranke gesetzt wird und nur Contractionen und Expansionen der untergelegenen contractilen Körperschichten so weit gestattet sind, als die Elasticität dieser Integumentschichten damit im Einklange steht. Diese äussere Schicht ist somit eine gestaltbedingende; sie wird fast immer durch ein bei Infusorien zartes, bei Gregarinen derberes Häutchen dargestellt, welches den Körper gleichmässig überzieht, und theils als eine Ausscheidung der daruntergelegenen Weichtheile des Körpers, theils als eine Umwandlung, physikalisch-chemische Veränderung der äusseren Substanzschicht des Leibes anzusehen ist. Aus ersterem Verhältnisse ergibt sich die homogene Beschaffenheit dieser Cuticula, in letzterem Falle dagegen zeigt das Integument häufig eine zusammengesetzte Bildung.

Fig. 1.

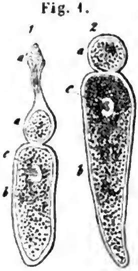
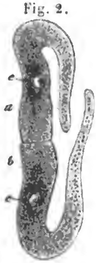


Fig. 2.



Das Auftreten dieser Cuticularschichten als Integumente ist jedoch keineswegs ein plötzliches, es finden sich vielmehr Uebergangsformen, welche vermittelnd zwischen den einer solchen Cuticula völlig entbehrenden vielkammerigen Rhizopoden und den Infusorien bestehen: es sind die Amoeben. Bei diesen einfachen Rhizopodenformen, deren Körper man mit einem amorphen Gallertklümpchen verglichen hat, gibt sich ungeachtet der Fortsätze, welche die Leibessubstanz aussendet, oder in welche sie, fliesendem Wachse nicht unähnlich, sich ausdehnt, eine dünne äussere Schicht von bedeutender Dehnbahrkeit zu erkennen, die, bei rundlich zusammengezogenen Thieren, ihre grösste Dicke erreicht, und dann in Fällen als besondere Membran dargestellt werden kann *).

Fig. 1. 1. 2. Gregarinen aus dem Darmcanale von *Opatrum sabulosum*, wovon 1. den mit einem Rüssel *a'* versehenen und festsitzenden jüngeren Zustand darstellt. *a*. Vordertheil, *b*. Hintertheil des Körpers. *c*. Der sogenannte Kern.

Fig. 2. *Gregarina saenuridis*. *a*, *b*. Zwei mit einander verbundene Thiere. *c*. *c*. Kern.

*) Vergl. hierüber Auerbach in der Zeitschr. f. wissensch. Zoolog. Bd. VII. 1855. — Die ausserordentliche Veränderlichkeit des Körpers gibt jedoch auch hier noch kund, dass die Integumentbildung auf einer viel niederen Stufe steht, als bei den Gregarinen. Es darf auch nicht vergessen werden, dass die Anwendung von Reagentien es war, durch welche diese äussere feste Schicht sichtbar gemacht ward, so dass sich wohl schwer entscheiden lässt, wie viel davon bei einer schon vorher vorhandenen Disposition zur Differenzirung das Reagens, und wie viel die Natur ge-

Bei einigen, z. B. *A. bilimbosa*, erscheint diese äusserste Schicht sogar als eine ziemlich derbe Membran.

Mit dem Integumente steht eine Anzahl von Gebilden im engen Zusammenhange, die entweder als directe Fortsätze desselben, oder als Verlängerungen der darunter gelegenen contractilen Rindenschicht des Körpers anzusehen sind. Als die einfachste Form und der Ausgangspunct der Reihe dieser Bildungen müssen die strahligen Fortsätze des Rhizopodenkörpers angesehen werden. Die contractile Substanz des Körpers streckt sich hier in stets Form und Volumen wechselnde Fortsätze (Pseudopodien) aus (vergl. Fig. 3), welche die verschiedenartigsten Gestaltveränderungen eingehen, mit benachbarten zusammenfliessen (Fig. 3. x.), den übrigen Körper nach sich ziehen, ja sogar immer mehr Massen der Körpersubstanz in sich einziehend, die grösste Dehnbarkeit zeigen und den Körper endlich in sich aufnehmen können, oder auch eingezogen mit dem übrigen Körper in eine Masse verschmelzen. Es geht hieraus eine gleichmässige Vertheilung der vitalen Energien hervor, die noch keine Localisirung hinsichtlich ihrer einzelnen Qualitäten gefunden haben. Hieran reihen sich die fast starren, nur wenig beweglichen Fortsätze der Acineten, als einzelne oder in Büscheln gruppirte, die kapselartige Körperhülle durchbrechende Fäden von nicht weiter differenzirter Leibessubstanz. Ihr Vorkommen an bestimmten Körperstellen, die Beschränkung ihrer Zahl, ihre fast regelmässige Vertheilung zeigt hier einen bestimmten Grad der Differenzirung an, der in den Rhizopoden noch nicht vor sich gegangen war. Die Körpertheile, die bei diesen noch beliebig formbar waren, sind hier bei den Acineten eine festere Gestaltbildung eingegangen. Sie

Fig. 3.

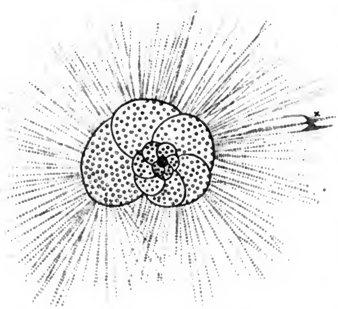


Fig. 3. Eine Polythalamie (*Rotalia*) mit ausgestreckten Körperfortsätzen, die aus den Poren der Schale radienartig hervortreten. Bei *x* ist eine Verschmelzung einiger dieser Strahlen durch Zusammenfliessen derselben angegeben.

---

bildet hat. Es können die äussersten Schichten eines sonst homogenen Körpers schon durch ihren Contact mit einem umgebenden Medium gewisse chemische Verschiedenheiten von den inneren aufweisen, ohne dass eine bestimmte Gränze existirt, die dann erst durch Hinzukommen eines künstlichen chemischen Processes schärfer bestimmt wird, und physikalisch sich äussert.

erscheinen am Ende oft knopfartig angeschwollen, eine Eigenschaft, die sie mit den Strahlen der Actinophryen theilen, in welchen sich übrigens schon eine noch mehr bestimmte Differenzirung kundgibt, so dass sie nicht als blosse Verlängerungen der Körper betrachtet werden können *).

Andere, ähnliche Gebilde entstehen nicht mehr unter Betheiligung der contractilen Körpersubstanz, sondern sind nur mit der Cuticula in Verbindung, und erscheinen dann als unbewegliche Haare oder weiche Häckchen, wie sie z. B. am rüsselähnlichen Vordertheile mancher Gregarinen (*Stylorhynchus*, *Actinocephalus*) sich finden, oder auch bei den Infusorien als steife Borsten stellenweise am Körper vorhanden sind. Diese sind wohl verschieden von den beweglichen Haarbildungen, welche als Wimperhaare, Cilien, in der Classe der Infusorien eine grosse Verbreitung besitzen. Die Wimperhaare finden sich entweder als lange Geisseln, nur vereinzelt vorkommend, und meist als Bewegungsorgane functionirend, seltener dagegen, wie die Wimpergeissel an der Mundöffnung von *Noctiluca* ausschliesslich zur Nahrungsaufnahme in Beziehung stehend, oder sie sind als kurze Härchen geformt, die dicht beisammenstehend den ganzen Körper überkleiden, oder nur gewisse Stellen desselben besetzt halten. Solche bewimperte Körperstellen sind meist die Umgegend der Mundöffnung, sowie die Pharynxhöhle. — Vollständig fehlen diese Gebilde den Gregarinen, sowie allen jenen Protozoen, bei denen das Körperparenchym contractile Fortsätze ausschickt, was eben darin seine Erklärung findet, dass die Cilienbildungen eine gewisse hier nicht gegebene Differenzirung voraussetzen, so dass nur jene Fortsätze als Analoga der Cilien zum Vorscheine kommen können.

Mit einer mächtigeren Entwickelung der Wimperhaare, wie mit Zunahme ihres Volums, geht ihre Beweglichkeit zum Theile verloren, und ist nur auf die Ursprungsstelle der Wimper beschränkt, so dass sie wie eingelenkt sich ausnehmen, und meist nur in einer Richtungsebene sich zu bewegen vermögen. Unter diesen Modificationen erscheinen die breiten Griffel und borstenartigen Fortsätze an der Bauchfläche der Oxytrichinen, die bei dem graduellen Uebergang in einfache Cilien als der ganzen Länge nach starr gewordene, colossale Wimperhaare zu deuten sind. Sie bilden zugleich den Schluss jener Formenreihe, die wir mit den beweglichen noch nicht formbeständigen Fortsätzen des Rhizopodenkörpers begannen. Das Integument des Körpers der Spongien wird

*) Die Strahlen der *Actinophrys* bestehen aus einer äusseren von der dem ganzen Thiere gemeinsamen Cuticula gelieferten Schicht, in welche sich ein aus der inneren Zellschicht kommender Fortsatz einsenkt.

Auch die Strahlen der noch sehr räthselhaften Acanthometren und Polycystinen, die sich bei den ersteren gleichfalls als langsame Bewegungen vollführende, bei den letzteren als starre Fortsätze der Körpersubstanz verhalten, sind als hierher gehörig zu erwähnen. (Vergl. J. Müller, Monatsber. d. Berl. Acad. 1855).

aus contractilen Zellen zusammengesetzt, deren Substanz sehr active Lebenserscheinungen äussert *).

Zu den Hautorganen müssen noch gewisse stäbchenförmige Körperchen gerechnet werden, die, wie O. Schmidt **) zuerst gezeigt hat, bei manchen Infusorien (vorzüglich *Paramaecium caudatum* und *P. aurelia*, dann bei *Bursaria leucas*) in dichtstehenden Reihen der Integumentschicht des Körpers eingebettet sind, und aus denen sich unter gewissen Verhältnissen ein feiner Faden hervorstreckt, so dass sie an die Nesselzellen höherer Thiere sich anschliessen ***).

Die Integumentbildung, welche bei vielen Protozoen (Infusorien und allen Gregarinen) in Form einer den Körper überziehenden Cuticularschicht zu Stande kömmt, leitet zu einer anderen Abtheilung von Körperbedeckungen, nämlich zur Schalen- oder Gehäuseformation †) hin. Diese bestehen darin, dass die vom Körperparenchyme abgeschiedenen Schichten sich zu einer den grössten Theil des Körpers umschliessenden Kapsel gestalten, an der eine grössere Oeffnung oder zahlreiche kleinere zur Vermittlung der Communication des Thieres mit der Aussenwelt übrig bleiben. Von den blossen Cuticularbildungen, die sich als elastische, dem Thiere innig verbundene Membranen, jeder Formveränderung des Thieres coaptiren, sind die Schalen und Gehäuse durch ihre grössere Resistenz, die sich durch Aufnahme von Kalk- oder Kieselverbindungen zur völligen Rigidität steigert, unterschieden. Ueberdies ist ihre Verbindung mit dem Körper entweder nur an einzelnen Stellen, oder im Falle die Schalen auch vollständig vom Thierleib ausgefüllt werden, ist sie doch nirgends eine innige. Dieselben Unterschiede

*) Bewimperte Stellen auf der Hautoberfläche kommen bei den Spongillen zu gewissen Jahreszeiten vor (im Frühlinge). Vergl. Lieberkühn, Müll. Arch. 1856).

**) Frorieps, neue Not. Bd. 9. 1849.

***) Das Vorhandensein dieser Stäbchen oder Nesselzellen im Integumente von Infusorien lässt auf die Frage von der Einzelligkeit dieser Thiere gleichfalls einiges Licht fallen. Sind diese Stäbchen, wie ihre unzweifelhaften Analoga unter den Coelenteraten und Würmern, Derivate von Zellen, so müssen die sie besitzenden Thiere nothwendigerweise als zusammengesetzte Organismen betrachtet werden. — Von Cohn wird das Vorkommen der Stäbchen in Abrede gestellt, dagegen von Leuckart bestätigt.

†) Bei den Gregarinen, den Infusorien und Amoeben bildet sich zu gewissen Zeiten um den Körper des Thieres eine verschieden resistente, jedoch immer aus organischer Substanz bestehende Kapsel, welche einen allseitigen Verschluss gegen die Aussenwelt abgibt. Dieser periodisch erfolgende Encystirungsprocess, der nicht mit der normalen Gehäusebildung verwechselt werden darf, obgleich er ebenfalls durch eine Ausscheidung von Seite des encystirten Körpers eingeleitet wird, steht meist in inniger Beziehung zum Fortpflanzungsgeschäfte — bei allen Gregarinen, manchen Infusorien — dient aber in anderen Fällen zum Schutze gegen ungünstige äussere Einflüsse, und sichert so Amoeben und Infusorien vor der Vertrocknung bei Verdunstung des sie umgebenden Mediums. — Dass diese Cystenhüllen von grösster Wichtigkeit sind, erhellt aus dem Umstande, dass diese Thiere im encystirten Zustande oft lange Zeit der Vertrocknung widerstehen.

der Integumentbildung werden uns auch später noch bei Arthropoden und Mollusken begegnen.

Diese Gehäuse erscheinen bei vielen Infusorien als gerade, gestreckte, urnen- oder becherförmige, mit der Basis meist an andere Gegenstände befestigte Bildungen, von wenig beträchtlicher Dicke und elastischer Consistenz. Das Thier ist im Grunde an die Schale befestigt, und vermag sich in selbe zurückzuziehen oder mit seinem Vordertheile sich daraus hervorzustrecken. *Vaginicola, Cothurnia, Lagenophrys* u. m. a. geben hierfür Beispiele ab.

Auch unter den Rhizopoden besitzen manche (*Arcella, Difflugia, Gromia* u. a.) solche Gehäuse, die hier meist von ovaler Gestalt, und an einem Ende mit einer Oeffnung versehen sich darstellen *). Um Vieles complicirter ist die Gehäusebildung bei den übrigen Rhizopoden (den Polythalamien), bei denen dieselben nicht allein durch Aufnahme von Kalk, seltener von Kieselerde, eine besondere Festigkeit erhalten, sondern wo auch das Gehäuse durch Abtheilung in mehre Kammern eine Bildung reicher Formverhältnisse eingeht. Die einzelnen Kammern, die je von einem mit den übrigen zu einer Colonie verbundenen Individuum bewohnt werden, bedingen durch ihre gegenseitige Lagerung die mannichfachsten Gestalten der Schale, von denen (nach M. Schultze) drei wesentlich verschiedene anzuführen sind.

1. Durch Anlagerung in einer geraden Linie entstehen stabförmige, äusserlich oft knotig angeschwollene Gehäuse, deren einzelne Kammern bald gleichgross, bald in verschiedener, von einem Ende gegen das andere hin zunehmender Grösse erscheinen. Es wird diese Form durch die Familie der Nodosariden repräsentirt. 2. Eine andere Form entsteht durch spiralige Anordnung der Kammern, die dann in einer Ebene oder in verschiedenen Ebenen lagern können, und zu welchen die ein ungetheiltes planorbisartiges Gehäuse bewohnenden Milioliden den Uebergang bilden, indem sie von Stelle zu Stelle in Einschnürungen ihres Gehäuses die erste Spur der Kammerbildung aufweisen. Die vollständig getheilten Gehäuse ähneln durch die Art der Kammerlagerung den Gehäusen mancher Mollusken, und können durch die Streckung oder Verkürzung der Spiralachse, durch theilweise Ueberlagerung der Spiralen u. s. w. unendliche Modificationen aufweisen. 3. Durch unregelmässige Anordnung der kugeligen Kammern auf- und übereinander entstehen haufenartige Colonien (die Acervulinen). Sowohl die Wände dieser Schalenbildungen, als auch die zwischen den Kammern befindlichen Septa werden von zahlreichen Porencanälchen durchsetzt (vergl. Fig. 3), welch' letztere die Vereinigung aller ein solches Gehäuse bewohnenden Thiere zu einer Colonie vermitteln, sowie die Porencanäle in der Dicke der Schale zum Hervorstrecken der contractilen Fortsätze (Pseudopodien) des Thierleibes dienen. Die Kieselpanzer der

*) Membranös und biegsam ist die Schale von *Gromia* und *Lagynis*.

Polycystinen, die nur einen einzigen Hohlraum zur Aufnahme des Körpers umschliessen, sind mit ähnlichen Poren versehen *).

b) Von den Sceletbildungen.

Innere, als Stützen des weichen Körpers dienende Gebilde kommen nur in den bis jetzt noch nicht allseitig erkannten Spongien vor, und werden hier theils durch ein Netzwerk hornartig unter einander verflochtener Fäden dargestellt, die den gallertartigen Körper wie ein Gerüste durchziehen, theils durch ein Gerüste von Kalk- oder Kieselnadeln, die in mannichfacher Weise geformt und gruppirt sind. Fasern und Nadeln können vereinigt oder getrennt von einander vorkommen, und die letzteren sind es namentlich, welche die früheste Sceletbildung herstellen. — Aehnliche Scelette von Kieselnadeln finden sich auch im Körper der räthselhaften Thalassicollen und Acanthometren.

c) Von den Bewegungsorganen und der Musculatur.

Als Organe der Ortsbewegung sind bei allen Protozoen die mannichfaltigen Fortsätze des Körpers anzusehen, die theils als Pseudopodien bei den Rhizopoden, theils als Wimperhaare bei den Infusorien schon oben beschrieben sind. Die ersteren gestatten nur eine langsame Ortsveränderung, da sie nach irgend einer Stelle ausgestreckt, sich daselbst festheften und so sich contrahirend den Körper nach sich ziehen. Die Pseudopodien erleiden dabei mannichfache Formveränderungen **). Raschere Locomotion wird durch die Wimperhaare bewirkt,

*) Man hat diese Poren in den meist mikroskopischen Gehäusen der Polythalamien (die man daher auch nach d'Orbigny mit dem Namen der Foraminiferen belegt hat), zumeist als etwas der Schalenbildung dieser Thiere Eigenthümliches angesehen, während es nach unseren jetzigen Erfahrungen eine einer grossen Anzahl von Schalenbildungen der verschiedensten Thiere, so namentlich den festen Gehäusen der Muschelthiere und der Cirripedien, zukommende Erscheinung anzusehen ist, welche hier bei den Polythalamien nur durch ihre physiologischen Beziehungen zum Thiere, wegen des Durchtrittes der Pseudopodien als eigenthümlich sich herausstellt. Im Allgemeinen dagegen sind diese Canäle unter die Kategorie der Porencanalbildungen, wie sie in fast sammtlichen durch Ausscheidung von Seite einer geformten Matrix gebildeten Verdickungsschichten (Cuticulargebilden) mehr oder minder sich entwickelt finden, einzureihen. — Ueber die näheren Verhältnisse des sehr reich entwickelten Canalsystems in den Polythalamienschalen vergl. Ehrenberg in den Abhandlung der Berliner Academie 1856.

**) Die Bewegung der Gregarinen wird ganz ähnlich wie die mancher Rhizopoden (Amoeben) vermittelt, bei denen es nicht immer zur Bildung strahliger Fortsätze kommt, sondern die bald da bald dorthin grössere Körpermassen vorschieben, um dann den übrigen Körper in den vorgestreckten Fortsatz nachrollen zu lassen. Junge Gregarinen, bei denen noch keine derbe Cuticularschicht den Körper überzieht, bewegen sich völlig amoebenartig; bei älteren dagegen ist die Cuticula zum Hemmnisse dieser Bewegungsart geworden, obgleich sie, wie man aus dem Sich-Strecken des Körpers und dem Nachrollen des übrigen Leibesinhaltes in dem vorgestreckten Theile bemerkt, im Wesentlichen noch existirt.

die allen Infusorien zukommen, und selbst jenen, die ihrer im ausgebildeten Zustande entbehren, im ersten Entwickelungsstadium nicht abgehen (Acineten). Während sie bei den freilebenden Formen zumeist den ganzen Körper überziehen, sind sie bei den festsitzenden nur auf einzelne Körperpartien beschränkt, und haben hier nur Bedeutung für die Herbeischaffung und Einführung der Nahrung. Ihre Thätigkeit ist willkürlicher Art. Die Thiere können einzelne Partien dieser Cilien spielen, andere ruhen lassen, und dadurch ihren Bewegungen jegliche Richtung ertheilen. (Bei vielen der kleineren Infusorien ist ein langer beweglicher Geisselfaden das vorzüglichste Locomotionsorgan, und somit kommen diese denn mit niederen pflanzlichen Bildungen, den Schwärmsporen der Algen, überein, so dass es schwer, bei vielen sogar bis jetzt unmöglich ist, eine bestimmte Gränze zu ziehen).

Ein Muskelsystem ist nirgends vollkommen ausgebildet, wenn auch hier und da bei Infusorien das Vorkommen von bandartigen Streifen in der Körpersubstanz, das Vorhandensein eines besondern, von dem übrigen Körper verschiedenen Gewebes andeutet, wie dies bei den Stentoren der Fall ist; dagegen wird dessen Stelle in der Regel von der nicht weiter differenzirten contractilen Substanz des Körpers selbst versehen. Bei manchen Infusorien (den Vorticellinen), setzt sie sich in den äusserlich von der nur elastischen Körperhülle gebildeten Stiel fort (Fig 6. *A. a*), und erscheint hier als ein contractiler, bandartiger Streifen, den man als selbständigen Muskel auffassen könnte, wenn er nicht unmittelbar in die Leibessubstanz selbst überginge *). Durch ihn wird die spiralige Zusammenziehung des Stieles der Vorticellen bedingt. Bei den verästelten Vorticellinencolonien erstreckt sich dieses Muskelband bald durch alle Zweige des Stockes (*Zoothamnium*), bald ist jedes Individuum mit einem gesonderten Muskel versehen, der mit den übrigen nicht weiter im Zusammenhange steht (*Carchesium*), oder er fehlt auch vollständig (*Epistylis*) und dann ist das hintere Leibesende vorwiegend contractil. —

§. 8.

Organe der Empfindung.

Vom Nervensystem und den Sinnesorganen.

Obgleich den Protozoen die durch diese Organe getragenen Thätigkeiten keineswegs von vorne herein abgesprochen werden können, so

*) Vergl. über das Muskelband der Vorticellen Czermak in Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. IV. 1851. Auch Leydig, Histologie. — Nach Stein (Entw. der Infusionsthiere) sollte es sich im Körper der Thiere in zwei Fasern spalten, was von Lachmann auf den optischen Ausdruck einer im Durchschnittsbilde gesehenen becherförmigen Ausbreitung zurückgeführt wurde, doch ist damit immer noch keine bestimmte Gränze, an der etwa eine Insertion stattfände, angegeben, sondern nur ausgedrückt, dass das contractile Achsenband des Stiels sich im Körper noch eine Strecke weit von der umgebenden Substanz different verhält.

sind doch bis jetzt keine mit Bestimmtheit hierher zu zählenden Einrichtungen gefunden, was aber wieder der bald völlig fehlenden, bald nur wenig entwickelten Gewebsdifferenzirung entspricht. Der Tastempfindung mag bei den meisten dieser Thiere die ganze Körperoberfläche, besonders aber die rüsselartigen Verlängerungen des Körpers mancher Infusorien vorstehen, sowie auch mancherlei starre Borstenbildungen u. s. w. in dieser Richtung functioniren können. Dagegen ist es schon wegen der mangelnden Nerven mehr als zweifelhaft, ob die einzelnen, Infusorien zukommenden lebhaft gefärbten (meist rothen) Pigmentflecke als Analoga von Sehorganen angesehen werden dürfen.

§. 9.

Organe der Ernährung.

a) Von den Verdauungsorganen.

Die Art der Nahrungsaufnahme und die damit verbundenen Processe sind bei den Protozoen zwar durchgehend einfach, aber dessen ungeachtet gliedern sie sich je nach der stufenweisen Ausbildung der hierzu nöthigen Organe in mannichfaltiger Weise.

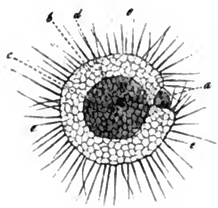
Jegliche besondere Ernährungsorgane entbehren die Gregarinen und Rhizopoden. Die ersteren, als in der Leibeshöhle oder dem Darmcanale anderer wirbelloser Thiere lebende Geschöpfe, nähren sich wohl einfach durch die an ihren Wohnstätten vorhandenen, zur Ernährung schon vorbereiteten Flüssigkeiten, die durch endosmotische Vorgänge ins Körperparenchym eindringen, also ganz nach Art jener Würmer (Cestoden, Acanthocephalen), die im Allgemeinen gleicher Lebensweise und gleichen Aufenthaltes theilhaftig sind. — Die Rhizopoden lassen eine directe Aufnahme fester Nahrungsstoffe beobachten, die an jeder Körperstelle vor sich gehen kann, sie sind somit eher durch die Beschaffenheit der Nahrung als durch die Art der Ernährung von den Gregarinen verschieden. Die zur Nahrung dienenden Theile werden von der weichen Körpersubstanz oder von den durch dieselben gebildeten Fortsätze*) allmählich umflossen, nach und nach allseitig umhüllt, und in den sie einschliessenden Hohlräumen, die temporär als verdauende Cavitäten (Mägen) functioniren, nach und nach ausgezogen, worauf die Residuen aus dem Körper wieder ausgestossen werden. So fungirt jegliche Stelle der Körperoberfläche als Mund oder als After, jegliche Stelle im Innern als verdauende Cavität.

*) Bei den Foraminiferen werden nach M. Schultze die Nahrungsstoffe nicht immer ins Innere der Schale aufgenommen, sondern wo die Porencanäle der letzteren zu eng sind, geht die Verdauung ausserhalb in den Fortsätzen der Leibessubstanz vor sich. In diesen Pseudopodien findet eine beständige Strömung der in der homogenen Grundmasse eingestreuten Molecule statt, die sich von der Peripherie gegen den Körper hin, und umgekehrt äussert, und durch die zugleich die Fortleitung der verdauten Massen besorgt wird.

Am mannichfaltigsten ist die Art der Nahrungsaufnahme unter den Infusorien, bei denen eine Abtheilung weder eine Mundöffnung besitzt, noch auch sonst feste Nahrungsstoffe aufnimmt, so dass hier wie bei den Gregarinen endosmotische Vorgänge im Spiele sein müssen. Hierher zählt man auch alle geisseltragenden Infusorien, sowie die Opalinen*), welche letztere auch durch ihre zumeist endoparasitische Lebensweise mit den Gregarinen übereinkommen. Bei den Acineten sind die strahligen, die Hülle des Körpers durchsetzenden Fortsätze als Organe der Nahrungsaufnahme anzusehen. Es wirken diese Organe, wie Lachmann entdeckt hat, wie Saugrüssel, indem sie sich unter napfartiger Ausdehnung an die in ihren Bereich gerathene Beute (Infusorien) anlegen, und den körnigen Körperinhalt dieser Thiere wie durch eine Röhre in continuirlichem Strome in den Acinetenkörper überfliessen lassen, woselbst sich die aufgenommene Chymusmasse in Tröpfchenform zusammenballlt. Es reiht sich dieser Modus an denjenigen an, wie er bei Foraminiferen ausgeübt wird, die ihre Nahrung gleichfalls durch Fortsätze des Körpers ins Innere des letzteren gelangen lassen (vergl. Anmerkung S. 54).

Dagegen schliessen sich die Sonnenthierchen (*Actinophrys*) mehr an die unbeschalten Rhizopoden, da sie nach Kölliker's Beobachtung**) ihre Beute anfänglich mit den Strahlen erfassen, sie gegen den Körper heranziehen, und an beliebiger Stelle in das hier auseinander weichende Körperparenchym eintreten lassen. Der Bissen gelangt stets durch die äussere Körperschicht hindurch in die innere, in welcher er, von einem um ihn sich bildenden Hohlraum eingeschlossen, verdaut wird***). Als After kann dann wieder wie bei den Rhizopoden jede Stelle der Körperoberfläche fungiren.

Fig. 4.



Minder einfach, wenn auch nicht gerade nach allen Richtungen hin

Fig. 4. *Actinophrys sol.* *a.* Ein Bissen, der eben vom Thiere in seine weiche Corticalschicht *b* eingedrückt, gefressen wird. *c.* Centrales Körperparenchym. *d.* Einige schon in letzterem befindliche Nahrungsballen. *e.* Strahlige Fortsätze der Corticalschicht.

*) Es ist übrigens nebenbei zu bemerken, dass die Opalinen nicht unwahrscheinlich einem anderen Thierkreise angehören, sich als Jugendzustände von Würmern herausstellen dürften.

**) Vergl. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 1.

***) Neuerdings hat Claparède (Müll. Archiv 1855) über die Nahrungsaufnahme der *Actinophrys* angegeben, dass sich beim Fressen Fortsätze aus dem Körper hervorstülpen und die Beute umgeben. Ich habe dagegen diesen Act immer so beobachtet, wie es von K. beschrieben wird.

vollständig aufgeklärt, trifft man die Nahrungsaufnahme mit den damit verbundenen Vorgängen bei jenen Infusorien, welche mit bestimmten, obwohl verschieden ausgebildeten Organen der Ernährung ausgerüstet sind; hier kommen alle mit ganz oder theilweise bewimpertem Körper versehene Infusorienformen, mit einziger Ausnahme der Opalinen, in Betracht, die alle wenigstens mit einer Mundöffnung versehen sind. Die Deutung der betreffenden Organe dieser Thiere steht aber in so inniger Beziehung mit der Auffassung des gesammten Infusorienkörpers, dass eine Besprechung des letzteren hier nicht übergangen werden darf. Zudem bildet die hier sich ergebende Anschauung den Cardinalpunct für die Auffassung der gesammten Classe. — Die unter der zarten Cuticula liegende Körperschicht der Infusorien zeichnet sich vor der umschlossenen, die mittlere Körperpartie einnehmenden, sowohl durch grössere Resistenz, als auch dadurch aus, dass sie der Sitz der Contractilität des Körpers ist. Ausschliesslich in sie betten sich andere Organe ein, unter denen vor Allem der schon mehrmals erwähnte »Kern«, als auch die beim Circulationsapparate anzuführenden contractilen Hohlräume hervorzuheben sind. Die centrale Körpermasse, obwohl homogen wie die oben erwähnte Rindenschicht, besteht dagegen aus weicher gallertartiger Substanz, in welche immer die aufgenommenen Nahrungsmassen sich einlagern, und welche nicht selten sammt den Nahrungsballen in rotirender Bewegung anzutreffen sind*), indess die Rindenschicht sich ruhend verhält. Die vom Munde aus in diese innere Substanzmasse eingedrängten Nahrungsballen kommen zumeist in Hohlräume zu liegen, in welchen auch noch eine grössere oder geringere Flüssigkeitsmenge sich ansammelt, so dass diese Räume (Vacuolen) von Ehrenberg für eben so viele unter einander verbundene verdauende Cavitäten (Magen) genommen werden konnten, welche Theorie für die Aufstellung der Infusoriengruppe der »Polygastern« das Fundament abgab. Die Verfechter der Einzelligkeitstheorie erkannten richtiger die Zusammenhangslosigkeit der mit Nahrung gefüllten Hohlräume, somit den Mangel eines besonderen Darmes, nahmen aber den gesammten Körperinhalt für den Inhalt einer Zelle an. Dagegen wird neuerdings von einer anderen Seite (von Lachmann) eine auf genaue Untersuchungen basirte Ansicht geltend gemacht, nach der der gesammte, von der Rindenschicht umgebene Binnenraum (Fig. 5. *a*) des Infusorienkörpers als eine einzige verdauende Cavität, der gallertartige, Nahrungsmassen enthaltende Inhalt als

Fig. 5.

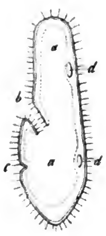


Fig. 5. Schematische Darstellung der verdauenden Cavität bei *Paramaecium a, a.* Mit Chymus gefüllte Leibeshöhle, in welche durch den Schlund die Nahrungsballen eintreten. *b.* Mundöffnung. *c.* After. *d, d.* Contractile Hohlräume.

*) Die ersten Beobachtungen hierüber rühren von Focke her.

Chymus anzusehen sei. Unentschieden bleibt dabei, ob die Wandung dieser Darmhöhle eine besondere sei oder ob sie mit jener mehrfach berührten Rindenschicht zusammenfalle.

Die verdauende Cavität ist jedenfalls hier eine beständige, sie wird bei den Rhizopoden durch die temporär auftretenden Magenhöhlen vertreten, und wie diese direct von der Körpersubstanz umschlossen sind, so würde auch bei den Infusorien die Körperwand die Begränzung herstellen, und so die bestehende Analogie bis auf den Unterschied vollenden, dass bei den einen der ganze Verdauungsapparat ein temporärer, bei den anderen ein bleibender ist. In diese Darmhöhle führt stets eine discrete Mundöffnung (*b*), in deren Nähe ein ausgezeichneter Wimperapparat angebracht ist, der sich häufig in selbe hinein fortsetzt. Die Cilien dienen als strudelerzeugende Organe zur Herbeischaffung der Nahrung, und sind dem entsprechend besonders bei den festsitzenden Gattungen in ausgebildeter Weise vorhanden. So bilden sie bei den Vorticellinen einen am vorderen Theile des Körpers angebrachten einfachen oder doppelten spiraligen Kranz, der noch in eine die Mundöffnung bergende röhrige Vertiefung (das *Vestibulum*, nach J. Müller) sich fortsetzt (vergl. Fig. 6. *A. v.*). Bei denselben geht von der Mundöffnung noch eine Art Speiseröhre ab, die in die Chymushöhle hineinragt und zuweilen sogar noch pharynxartig erweitert ist. Bei anderen ist die Mundöffnung hinter einer rüsselartigen Verlängerung des Körpers angebracht, oder sie erscheint als eine taschenartige auf der Bauchseite des Körpers befindliche Vertiefung (so bei den Oxytrychinen). Der Schlundeingang ist auch in diesen Fällen mehr oder weniger bewimpert. Endlich sind bei vielen Infusorien die Wände des Schlundes im Ruhezustande eng aneinander gelegt, das Lumen dadurch geschlossen, so dass der Eingang nur beim Fressen wahrzunehmen ist. So bei *Trachelius*, *Amphileptus*. (Auch bei den Monadinen und anderen mit Wimpergeisseln versehenen kleinen Infusorienformen ist eine solche Mundöffnung zu beobachten.)

Zum Mundapparate kommen noch bei einigen Infusorien feste, stäbchenartige Gebilde, die fischreusenähnlich zusammengefügt die Speiseröhre umfassen, und als Stützorgane der letzteren anzusehen sind. Sie finden sich namentlich bei den Gattungen *Chilodon* und *Nassula*. Als ein äusserer Mundbesatz finden sich zuweilen (z. B. bei *Glaucoma*) membranartige Lappen, einfach oder zu zweien, wie Klappen in beständiger Bewegung begriffen, und als Strudelorgane zur Herbeischaffung der Nahrungspartikelchen thätig, so dass sie hierdurch an den Wimperbesatz anderer Infusorien sich anreihen, wie sie denn auch morphologisch als verbreiterte Cilien zu betrachten sind.

Eine discrete Analöffnung scheint bei allen mit einem Munde versehenen Infusorien vorzukommen, und jedenfalls werden die Reste der Nahrungsstoffe nicht an beliebiger Stelle aus dem Körper entfernt, was selbst bei den kleinen Monadinen mit Sicherheit beobachtet wurde. Der alsbald nach dem Austritte der Faecalmassen erfolgende Verschluss der

Oeffnung lässt sie dagegen nur schwer erkennen. Die Lage dieses Afters ist eine sehr verschiedene; bald ist er am hinteren Körperende angebracht (Monadinen), bald vor demselben (Paramaecien) vor dem Körperende an der Bauchfläche (Oxytrichinen), dann wieder am vorderen Körpertheile (Stentorinen), oder endlich sogar in dem mit der Mundöffnung gemeinschaftlichen Vestibulum (Vorticellinen). —

Eine von allen übrigen Infusorien abweichende höhere Organisationsstufe der Ernährungsorgane ist bei *Trachelius ovum* ausgebildet, indem hier ein verästelter Darmcanal besteht, der an dem seitlich gelegenen trichterförmigen Schlunde beginnt und sich durch die weite, mit Flüssigkeit gefüllte Leibeshöhle hindurchzieht, mit seinen Aesten an die Körperwand sich inserirend. Ein bestimmtes Darmlumen ist nur durch den Weg, welchen die Nahrungsballen zurücklegen, angezeigt, aber die Beständigkeit, mit der die letzteren nur in den Verästelungen sich finden, oft beträchtliche Anschwellungen derselben darstellend, lässt kaum einen Zweifel an deren physiologischer Bedeutung als Darmcanal übrig. —

Die Spongien stehen bezüglich der Ernährungsorgane so ziemlich ausserhalb der Stufenreihe von Einrichtungen, die wir bisher bei den Protozoen verfolgten, und repräsentiren vielmehr einen Typus, in dem sich mehrfache Anklänge an einen höherstehenden, den der Coelenteraten, wahrnehmen liessen. Es bestehen nämlich am Spongienkörper zahlreiche grössere, und noch mehr kleinere contractile Oeffnungen, wovon die ersteren mit einem vorstehenden Rande umgeben sind, und oft beträchtlich weit röhrenförmig hervorragen. Beiderlei Oeffnungen führen in ein vielfach anastomosirendes Canalsystem, welches den ganzen Körper durchzieht, und welches, mit besondern Wimperorganen ausgestattet, dem durch die kleineren Oeffnungen einströmenden, und durch die grösseren ausströmenden Wasser als Bahn dient. Mit dem Wasser gelangen Nahrungspartikel ins Innere der Canäle, von wo aus sie dann ins Innere des Körperparenchyms aufgenommen werden *).

---

*) Wenn durch die für Vertheilung der Nahrungsstoffe im Körper sorgenden Canäle, in welchen zugleich Wasser strömt, einige Aehnlichkeit mit Coelenteraten entsteht, so wird diese dadurch wieder sehr gemindert, dass die Canäle der Spongien nicht den verdauenden Apparat selbst vorstellen, sondern blosse Zuleitungsorgane sind. Die wirkliche Aufnahme der Nahrungsstoffe, aus den Canälen ins Körperparenchym, geht wie bei den Rhizopoden vor sich. — Die aufnehmenden Oeffnungen können auch deshalb nicht mit Mundöffnungen verglichen werden, weil alles in der Nähe befindliche durch sie aufgenommen und dem Canalsysteme mitgetheilt wird.

Bei den Spongillen führen nach Lieberkühn's Untersuchungen die zuleitenden Oeffnungen nicht direct in das Canalsystem, sondern erst in einen, nur von der dünnen Integumentschicht nach aussen abgegränzten Raum, der über den ganzen Spongillenkörper sich hindehnt, und nur von den aus letzterem hervorkommenden grösseren Auswurfröhren durchsetzt wird. Zuweilen dringen auch noch Kieselnadeln hindurch zum Integumente. Aus diesem Raume gelangt dann das Wasser erst in die Canäle, die durch viele feine Oeffnungen in ihn einmünden. Die Wimper-

b) Von den Kreislaufsorganen.

Die Umleitung der aus dem Verdauungsprocesse hervorgehenden, oder wie bei den Gregarinen u. a. schon vorbereitet von aussen her bezogenen Ernährungsflüssigkeit wird bei der Mehrzahl der Rhizopoden, sowie bei allen Gregarinen wohl ohne Zweifel durch die Bewegung des Körpers selbst zu Stande gebracht. Jede Contraction des Leibes ruft bei den Gregarinen eine oft sehr energische Ortsveränderung der den Körperschlauch füllenden Körner und Molekeln hervor, mit der im gleichen Maasse auch die dazwischen befindliche flüssigere oder doch weichere Substanz bewegt wird. Es ist ein Durcheinanderströmen in der mannigfaltigsten Richtung, welches bei jeder Streckung oder Zusammenziehung des Körpers von neuem beginnt.

Bei den Rhizopoden, deren beständig wechselnde Conturen der weichen Körpersubstanz mit einer steten Durchmischung der Substanz selbst einhergehen, ist diese Bewegung noch eclatanter, ja bei den Thieren dieser Classe, welche mit fadenförmigen Pseudopodien versehen sind, geht bei der Verlängerung der letzteren in denselben eine dauernde auf- und absteigende Strömung vor sich, wie aus der Bewegung der Körnchen in der Sarcodesubstanz zu erkennen ist. — In allen diesen Fällen kann also von einem besonderen Apparate für den Kreislauf keine Rede sein; es sind nur allgemeine Einrichtungen, an denen sich jedes Partikel der Körpersubstanz gleichmässig betheiligt; die Function ist noch nicht localisirt, an ein Organ gebunden, sondern sie wird noch vom Gesammtorganismus vollzogen.

Dagegen zeigen schon die Amoeben unter den Rhizopoden, dann sämmtliche Infusorien das Vorhandensein eines Circulationsapparates, der, nach den der Beobachtung leichter zugänglichen grösseren Formen zu schliessen, eine nicht ganz einfache Bildung offenbart. Doch ist auch hier eine Gliederung vom einfacheren zum complicirteren nicht zu verkennen. — Im Inneren des Körpers der erwähnten Thiere, und zwar bei Infusorien in der zunächst unter der Cuticula gelegenen contractilen Körperschicht, kommen rundliche Hohlräume vor, welche sich ausdehnend mit Flüssigkeit füllen, und bei der Contraction diese wieder entleeren, Vorgänge, welche sehr häufig einen gewissen Rhythmus nicht verkennen lassen. Die Zahl dieser pulsirenden Hohlräume ist sehr verschieden, meist sind es 1—2 (Fig. 5. *d. d.* Fig. 6. *A. c.*); selten sehr viele, wie bei *Trachelius ovum*, dessen ganzer Körper in gewissen Abständen mit gegen 60 solcher Organe besäet erscheint. Die Contractionen der einzelnen Blasen folgen abwechselnd, und wenn nur zwei vorhanden sind, erscheint die eine immer im Stadium der Systole, wenn die andere in der Diastole sich darstellt. Das Vorkommen der contractilen Blasen, stets genau an

organe bestehen aus kugligen den Canälen verbundenen Räumen, in welche auf einem Haufen stehende Wimperzellen hineinragen. —

denselben Stellen, die Beständigkeit der Zahl bei einzelnen Infusorienarten, lässt darauf schliessen, dass es nicht zufällige Hohlräume (*Vacuoles* nach Dujardin) sind, wie solche oftmals im Infusorienkörper durch Aufnahme von Wasser auftreten: diese letzteren finden sich auch in der centralen, die Speiseballen mit einschliessenden Masse, während die ersteren nur auf die festeren Rindenschichten beschränkt sind, es sind vielmehr bestimmte Organe, deren Bedeutung in der Aufnahme und in der Wiedervertheilung der den Körper durchtränkenden Flüssigkeit zu suchen ist. Das Fluidum, um welches es sich hier handelt, ist wohl einer ernährenden Flüssigkeit, dem Blute, gleich zu setzen, und dann sind auch die contractilen Hohlräume Centralorganen des Blutkreislaufes — einem Herzen — analog. Zu ihnen treten auch noch gefässartige Abschnitte, denn bei grösseren Infusorien sind radienartig von der Peripherie der Blasen ausgehende Fortsätze zu beobachten, die bei der Systole schwellen, und beträchtliche Strecken weit, oft auch noch mit Verzweigungen versehen, in dem Körper zu verfolgen sind *).

Noch vollkommener ist der Gefässapparat bei *Stentor* gefunden worden, indem hier ein den breiten Vordertheil des Körpers umlaufendes Ringgefäss sich findet, welches bei demselben Thiere noch einen dem Körper entlang verlaufenden Gefässstamm entsendet, beide mit stellenweisen Erweiterungen versehen. Auch bei *Spirostomum ambiguum* ist ein solcher Längsgefässstamm entdeckt worden **).

Somit würde die den Körper durchdringende Ernährungsflüssigkeit in stetem Wechsel begriffen sein müssen, indem sie durch bestimmte Canäle den contractilen Blasen zugeführt, von diesen aufgesogen und durch davon abgehende Canalsysteme wieder im Körper vertheilt würde. Da die Canäle immer nur streckenweise verfolgt werden konnten und ihre feinen Enden ins Körperparenchym ausliefen, so ist eine directe Vermischung des circulirenden Fluidums mit der Substanz des Körpers anzunehmen, während auf der andern Seite ein Uebergang des Fluidums

---

*) In dieser Hinsicht ist besonders *Paramaecium Aurelia* als günstiges Object anzuführen. —

Wenn die pulsirenden Hohlräume mit Herzen verglichen werden, so geschieht dies ohne damit zu urgiren, dass nicht auch andere Functionen von ihnen vollzogen werden, wie unten noch bemerkt wird.

**) Lachmann, der diese und viele andere Organisations-Einrichtungen der Infusorien nicht allein sorgfältig beobachtet, sondern auch nebst den früher bekannten Thatsachen kritisch geprüft hat, erwähnt für die Blasennatur der Hohlräume besonders den Umstand, dass oftmals Kothballen in der grössten Nähe der Blase vorbeipassiren und die Blasenwand sogar einstülpen, ohne dass je ein Durchbruch erfolgte, so dass hieraus nothwendig für die Wandungen eine grössere Resistenz sich ergibt, als sie dem übrigen Körperparenchyme der Infusorien zukomme. Man muss sich aber hüten, von hier aus weiter zu schliessen, und für alle diese Hohlräume, seien es Blasen oder Canäle, anatomisch differenzirte, also discrete Wandungen annehmen zu wollen, was nach der gegenwärtigen Sachlage ebenso irrig wäre, als die Annahme blosser Hohlräume, deren Wände vom übrigen Körperparenchyme in nichts verschieden wären.

aus dem Körperparenchyme in die Canalräume stattfinden muss. Bei den Infusorien mit zwei oder mehr contractilen Blasen werden die von letzteren ausgehenden Canäle abwechselnd centrifugal und centripetal leitend erscheinen. — In jenen Fällen, wo durchaus keine Canäle mit den contractilen Blasen in Verbindung gefunden werden konnten, wie bei den Amöben und vielen Infusorien, hat es den Anschein, als ob das Eindringen der Flüssigkeit in die Blasen, sowie der Austritt aus denselben durch eine directe Durchdringung des Parenchyms zu Stande komme, dass also hier schon in den Wandungen der Hohlräume dasselbe Verhältniss sich treffe, wie es bei den höher organisirten, mit Canälen versehenen erst am Ende der letzteren stattfinde.

Die Bedeutung der ganzen Einrichtung ist, soweit sie durch die Beobachtung zu ermitteln ist, offenbar, allein es fragt sich, ob dieser Apparat ausschliesslich circulatorischen Zwecken diene, und ob nicht, wie dies so vielfach im Bereiche niederer Thiere getroffen wird, auch hier mehre Functionen in Einem Organsysteme ihre Rolle spielen. Die stets sehr oberflächliche Lage der contractilen Blasen macht es zwar wahrscheinlich, dass durch sie ein Austausch von Stoffen gegen das umgebende Medium hin stattfinde, und es ist einmal sogar behauptet worden, dass eine directe Communication mit jenem bestehe, so dass die ganze Einrichtung einem wassereinführenden Apparate gleichkomme*). Eine solche Oeffnung ist jedoch in der That nirgends zu beobachten, wie sie denn auch von allen übrigen Forschern in Abrede gestellt ist, und es kann nur so viel zugegeben werden, dass Wasser, durch die Wandungen eindringend, der circulirenden Flüssigkeit sich beimische**).

Die übrigen Protozoen, so namentlich die Spongien, zeigen keine hierher zielenden Organe.

*) Dies soll nach O. Schmidt der Fall sein. Frorieps Not. 1849 u. Handb. d. vergl. Anatomie 3. Aufl.

**) Eine bei *Actinophrys* vorkommende Erscheinung hat man gleichfalls den Kreislaufseinrichtungen zugezählt. Es kommen nämlich hier rhythmische Erhebungen und Senkungen der Körperoberfläche an wechselnden Stellen vor, welche jedoch niemals mit canalartigen Hohlräumen in Verbindung stehen, sondern sich nur über eine oder mehrere der zelligen Abtheilungen der Rindenschicht des Körpers erstrecken. Die starke Hervorwölbung, welche die Körperoberfläche an diesen Stellen über das übrige Niveau während des Diastole-Actes bildet, zeigt aber nur, dass sich unter ihr eine grössere Flüssigkeitsmenge angesammelt hat, und es bleibt unentschieden, ob diese Flüssigkeit aus dem Körper stammt, und nach Durchdringung der Gewebe sich hier ansammelte, um mit der Contraction wieder vertheilt zu werden, oder ob es von aussen her imbibirtes Wasser sei, welches der Ernährungsflüssigkeit des Körpers zeitweise zugemischt werde. Die ganz oberflächliche Lage der contractilen Stellen — (der man die gleiche Lage der pulsirenden Blasen der Infusorien, bei dem total verschiedenen Baue dieser Geschöpfe, nicht entgegenhalten kann) — sowie die Hervorwölbung, ohne Einsenkung anderer Körperpartieen, scheinen mir eher auf die letztausgesprochene Ansicht hindeuten zu wollen. —

c) Von der Athmung und Wasseraufnahme.

Wie auch bei höher stehenden, im Wasser lebenden Organismen, bei denen das Verhältniss der Körperoberfläche zum Volumen des Körpers ein für den durch die blosse Oberfläche vermittelten Gasaustausch günstiges ist, so sind bei Protozoen keine distincten Organe für die Athmung ausgeprägt. Sowohl die Bewegung der Thiere, als auch der wenigstens bei den Infusorien vorhandene Cilienbesatz bewirken oder befördern den Wechsel der umgebenden Mediumschichten, und sind, indem sie dadurch einen rascheren Austausch der Gase ermöglichen, als wichtige Factoren beim Athemprocesse anzusehen.

Das ins Innere des Körpers aufgenommene Wasser spielt in gleicher Weise bei der Athmung eine Rolle, mag es wie bei den meisten Infusorien und Rhizopoden die feste Nahrung aufnehmen, mit dieser in den Körper gelangen und dem Chymus sich beimischen, oder die den Darmcanal umgebende Leibeshöhle erfüllen, wie dies bei *Trachelius ovum* der Fall zu sein scheint. Am ausgebildetsten ist die Zuleitung von Wasser im Organismus der Spongien, bei denen das schon oben bei den Ernährungsorganen eingeführte Canalsystem auch mit dieser Verrichtung betraut ist und für den Athemprocess von grösster Bedeutung erscheint.

§. 10.

Organe der Fortpflanzung.

Da die geschlechtlichen Zustände der Thiere stets das Resultat einer höheren organologischen Differenzirung sind, so wird in der Abtheilung der Protozoen, die das geringste Maass dieser Differenzirung als allgemeinen Character trägt, auch die geschlechtliche Bildung die niederste Stufe einnehmen, oder es wird jede Andeutung geschlechtlicher Verhältnisse vollständig fehlen. Das letztere ist denn auch bei der grösseren Anzahl der Protozoen der Fall, wenn auch die Bahn, welche die gegenwärtige Forschung beschritten, zum Theile auf wirkliche geschlechtliche Bildungen, auf den Nachweis von Zeugungsstoffen bei einer kleinen Gruppe (den Spongien) geführt hat, zum Theile auch bei anderen (einigen Infusorien) den endlichen Nachweis hierher zurechnender Gebilde in nicht allzuweiter Ferne erkennen lässt. Die Hauptrolle für die Erhaltung der Art spielen deshalb immer die ungeschlechtlichen Fortpflanzungsweisen, die in keiner Abtheilung des Thierreiches so mannigfaltig gestaltet sind.

Alle Arten der ungeschlechtlichen Zeugung basiren auf der mangelnden oder unvollkommenen Organentfaltung, so dass das Individuum nicht allein beide Geschlechter *potentia* repräsentirt, sondern jeden Theil seines einfach geformten Körpers zur Erzeugung neuer Individuen verwerthen kann. Es genügt dann die einfache Trennung eines Körperpartikels vom ursprünglichen einheitlichen Organismus, um ein neues Wesen oder ganze Reihen derselben hervorgehen zu lassen. Erst mit einer Diffe-

renzirung tritt eine Localisirung der Function an gewissen Körperstellen, und nach dieser eine Bildung von Organen auf, die, wenn auch anfänglich wegen des mangelnden sexuellen Gegensatzes noch nicht als Geschlechtsorgane im engeren Sinne, doch als Organe der Fortpflanzung angesehen werden müssen.

Als die häufigste, und vielleicht allen Protozoen zukommende Fortpflanzungsweise, besteht die Theilung, die besonders bei den Amoeben unter den Rhizopoden, dann bei den Infusorien beobachtet ist. Sie kann bald der Länge, bald der Quere nach an einem Individuum vor sich gehen, und je nach der Lage der Organe theilen sich diese mit, oder sie fallen dem einen Individuum zu, indess das andere sich deren neue bildet. Der Theilungsprocess ist kein rein äusserlicher, kein blosses sich Abschnüren der einen Körperhälfte von der anderen, sondern es ist ein Vorgang, der die Thätigkeit des ganzen Organismus beansprucht, häufig durch einen ruhenden Zustand*) des Thieres vorbereitet, oder durch eine vorhergehende Theilung des schon mehrfach erwähnten »Kernes« eingeleitet wird. Die Betheiligung des letzteren Gebildes ist eine sehr verschiedene, denn es findet nicht selten an ihm erst eine Theilung statt, wenn der Process schon über das ganze übrige Thier weit vorgeschritten, so dass deshalb die früher angenommene regulatorische Thätigkeit des Kernes nicht aufrecht gehalten werden kann**).

Eine andere Form ist die Bildung von Sprossen und Knospen. Durch ein an beschränkter Körperstelle auftretendes Wachsthum entsteht anfänglich ein Fortsatz, der unter fortwährender Volumszunahme allmählich zu einem neuen Individuum sich gestaltet. Der Kern entsteht entweder selbständig im Sprösslinge, oder er wächst vom Mutterthiere in selben hinein, durch welches Verhältniss Theilung und Sprossenbildung sich enge berühren können***). Die so gebildeten Sprösslinge können entweder, mit dem Mutterthiere auch fernerhin in organischer Verbindung stehend, zur Entstehung von Colonien beitragen, oder sie werden durch Abschnürung frei, und repräsentiren dann vollkommen selbständige Individuen†).

*) Bei vielen Infusorien geht der Theilung ein Encystirungsprocess voraus, die Theilung erfolgt erst innerhalb der von der Oberfläche des Thieres exsudirten Kapsel, und ihr Endresultat sind nicht immer nur zwei Individuen, sondern häufig werden durch fortgesetzte Theilung vielfältige Sprösslinge producirt.

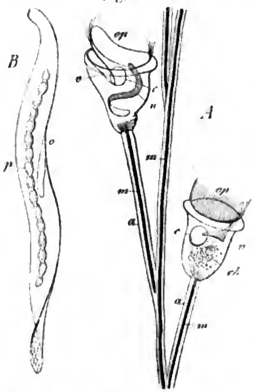
**) Der Theilungsprocess ist mehrfach mit einem anderen gerade entgegengesetzten, dem der Zygose, verwechselt worden, und in der That ist es schwer, ja unmöglich, beide auseinander zu halten, wenn man nicht die sich folgenden Phasen des einen oder des anderen Vorganges beobachtet hat.

***) Es ist aber dann das Quantum des Mutterkörpers, welches zum neuen Individuum verwendet wird, das Ausschlag gebende, denn die Betheiligung der Organe an der Theilung ist eine sehr verschiedene, wie bereits oben erwähnt ist.

†) Diese Entstehung von Individuen durch einen Knospungsprocess ist besonders an der Familie der Vorticellinen zu beobachten. Das Junge ist dann immer auch am hinteren Körperende mit einem Wimperkranze versehen, der ihm das Fortschwimmen erleichtert, aber nur bis zur Festsetzung persistirt.

An diese äussere Sprossenbildung reiht sich die Bildung von Sprösslingen im Innern eines Mutterthieres, eine Art der Vermehrung, die bei den Infusorien ihre hauptsächlichste Verbreitung besitzt, und bei der das als »Kern« aufgeführte Gebilde eine so ausnehmend wichtige Rolle spielt, dass es unbeschadet etwaiger anderer Bedeutungen, die es in der Lebensökonomie dieser Organismen noch besitzen mag, recht eigentlich als Fortpflanzungsorgan bezeichnet werden darf*).

Fig. 6.



Das Kerngebilde der Infusorien ist ein verschieden geformtes, stets in die festere Körperwand eingebettetes, durch grössere Resistenz und feinkörnige Beschaffenheit von den umgebenden Theilen ausgezeichnetes Organ. Es erscheint bald einfach rund oder oval, bald stabförmig (Fig. 6. *B.p*), bald gebogen (Fig. 6. *A. n*) oder auch mehrfach verästelt, und wird durch eine zarte Membran von den umgebenden Theilen abgegränzt. Zu gewissen Zeiten entsteht im Innern dieses Kernes eine Höhlung, die bald ein freies, bald ein der Wandung ansitzendes kleines Körperchen enthält, welches allmählich unter Ausdehnung der umgebenden Wandung heranwächst und, sich mit Cilien umkleidend, ein junges Thier darstellt. Es rückt nach und nach immer weiter von seiner Keimstätte nach aussen und durchbricht schliesslich den mütterlichen Körper, um als »Schwärmsprössling« davon zu schwimmen. Nicht selten lösen sich die zur Entwickelung von solchen Schwärmsprösslingen bestimmten Partien des Kernes von dem übrigen Theile schon vor der ersten Bildung ab, und es erscheint dann der ursprünglich einfache Kern in eine Mehrzahl kleinerer zerfällt, deren jeder einem neuen Individuum die Entstehung gibt. Der Bildung der Schwärmsprösslinge geht sehr häufig eine Encystirung des Mutterthieres voraus, so dass dieser letztere Vor-

Fig. 6. *A.* Zwei Thiere einer Colonie von *Carchesium polypinum* mit der Fortsetzung des Stockes.

B. Spirostomum ambiguum.

a. Stiel. *m.* Darin liegendes Muskelband. *n.* Nucleus. *v.* Vestibulum. *o.* Mundöffnung. *op.* Operculum, am Rande Wimpern tragend, die bei dem einen Individuum nur an 2 Stellen gezeichnet sind. *c.* Contractile Blase. *ch.* Chymus. *p.* »Kern.«

*) Auch den Gregarinen und den Amoeben kommt ein »Kern« zu, er liegt jedoch hier immer in Mitten des nicht weiter differenzirten Körperparenchyms, und nimmt bei der Fortpflanzung keinen so directen Antheil als das gleichbenannte Gebilde der Infusorien.

gang, wie oben auch bei der Theilung erwähnt ist, als eine Einleitung des Vermehrungsprocesses in allgemeinerer Weise sich darstellt. Die Zahl der so entstehenden Sprösslinge, die dem Mutterthiere in der Regel unähnlich sind, also entweder für sich, oder für ihre Nachkommen eine Metamorphose bestehen müssen, ist eine sehr verschiedene, und bald wird jeweilig nur einer gebildet, bald deren viele, die aber alle auf die nämliche Weise hervorgehen.

Dem zufolge ist zwar der physiologische Werth des sprösslingerzeugenden Kernes noch keineswegs mit Bestimmtheit zu erkennen, und es ist bis zu dessen Feststellung noch die Beantwortung einer ganzen Reihe von Fragen übrig, doch dürfte soviel bereits sicher sein, dass sich seine Betheiligung bei der Vermehrung viel complicirter herausstellt, als man von Thieren von sonst so niederer Organisation erwarten konnte*). Die ganze Art und Weise, wie das Junge in dem Kerne und aus demselben sich hervorbildet, lässt uns diesen bis jetzt als einen Keimstock erscheinen, doch ist vorläufig nicht abzusehen, in wiefern sich unsere Anschauungen hierüber noch modificiren; der erste Schritt dazu ist durch eine wichtige Beobachtung Joh. Müller's**) geschehen, der zufolge im Kerne auch haarförmige, bewegliche Gebilde (den männlichen Zeugungsproducten der übrigen Thiere wenigstens formell vergleichbar) vorkommen können, eine Beobachtung, die man zur Zeit besser ohne weitere Consequenzen lässt, um nicht zu rasch ein Gebäude auf noch nicht fertigen Fundamenten zu errichten. —

Endlich ist hier ein Modus der Fortpflanzung anzuführen, der bei den Gregarinen besteht, und als Conjugation bekannt ist. Das Wesen derselben besteht in der innigen Verschmelzung zweier Individuen, die Einen Körper bilden, aus dem Reihen neuer Individuen hervorgehen. Die beiden Individuen sind entweder von Jugend auf mit einander vereinigt, dergestalt, dass das eine mit seinem Vorderkörper am Hinterkörper des andern hängt (Fig. 2. *a. b*) ***), oder die Verbindung erfolgt erst später, indem sich zwei Individuen an einander legen, sich allmählich verkürzen und nach einiger Zeit in eine runde Cyste hüllen, in der man aus der zwischen den beiden Individuen durch die Körperhüllen gebildete Scheidewand noch die ursprüngliche Trennung erkennen kann.

*) Es hat schon Ehrenberg dieses Gebilde der Infusorien als ein Fortpflanzungsorgan gedeutet und es mehrfach als »Keimdrüse« aufgeführt, sowie auch Stein dessen Beziehungen zur Erzeugung von Schwärmsprösslingen durch reiche Beobachtungen nachgewiesen hat. Doch erst Lachmann, dem ich in obiger Darstellung nach eigener Prüfung folgen konnte, hat mit grösserer Sicherheit die in Rede stehenden Verhältnisse ermittelt, und namentlich die Entstehung des Sprösslings innerhalb des Kernes dargethan.

**) Niedergelegt in den Monatsberichten der Königl. Academie der Wissensch. zu Berlin. Jul. 1856. — Hieran reihen sich auch die Angaben von H. J. Carter bezüglich der Bildung von Samenelementen und Eiern bei Amöben und einem anderen Rhizopoden: *Euglypha*. Vergl. *Annals of nat. hist.* 1856.

***) Nach meinen Beobachtungen sind alle Gregarinen in den jüngsten Stadien einfach, und die Gattung *Zygocystis* besteht nur aus schon conjugirten Individuen.

Beide Thiere lösen sich schliesslich zu einer formlosen Körnermasse auf, aus der zahlreiche Bläschen hervorgehen. In jedem der letzteren bildet sich eine Anzahl von Keimkörnern *), welche dann die ganze Cyste erfüllen, und von denen jeder einem anfänglich amöbenartigen, später zur Gregarine werdenden Individuum den Ursprung gibt. Die Bedeutung dieses Conjugations-Processes ist aber nach manchen Seiten hin noch unklar, da der physiologische Werth, den man in der Vereinigung zweier Individuen finden könnte, durch die von Lieberkühn beobachteten, aus Einem Individuum gebildeten Cysten seine allgemeine Geltung verliert.

Es ist also vorläufig die Einleitung des Fortpflanzungsprocesses durch eine Verbindung zweier Individuen nur als die Regel anzusehen, und nicht als ein die Erzeugung neuer Keime geradezu bedingendes Verhältniss, wenn auch die gegentheiligen Thatsachen zu der sonstigen Regelmässigkeit der Conjugation nur wie vereinzelte sich ausnehmen **).

Eine Conjugation kommt auch in anderen Abtheilungen der Protozoen vor, und ist namentlich bei *Actinophrys* beobachtet, wo sogar 3 oder 4 Individuen unter einander zusammentreten und allmählich zu einem Organismus verschmelzen; auch bei den Infusorien im engeren Sinne scheint sie nicht selten zu sein, so bei Acineten und Vorticellinen, bei denen immer nur eine paarweise Verbindung zu Stande kömmt. Doch ist es keineswegs ausgemacht, ob die Bedeutung der Conjugation dieselbe ist, wie bei den Gregarinen, und ebenso auf die Fortpflanzung hinzielt.

*) Die spindelförmige Gestalt lässt diese Keimkörner den dem Pflanzenreiche angehörigen Navicellen (niederen Algen) ähnlich erscheinen, und hat ihnen den Namen Pseudonavicellen verschafft. (Neuerlich werden auch sie Psorospermien benannt.) Die ganzen damit gefüllten Cysten, die sich oft zahlreich an den Aufenthaltsorten der Gregarinen vorfinden und besonders leicht in der Leibeshöhle oder in den Hoden der Regenwürmer anschaulich zu machen sind, werden als Pseudonavicellenbehälter bezeichnet. — Die Amöben-Aehnlichkeit der jungen Gregarinen ist eine bedeutende und weist auf die innige Verwandtschaft mit diesen Thieren hin. Sie hat ihren Grund in dem wegen des noch mangelnden Integumentes unbestimmt abgegränzten contractilen Körper, und schwindet sobald die derbere Hautschicht sich zu bilden beginnt und dem Gregarinenkörper nur beschränktere Formveränderungen gestattet. Ueber die Conjugation d. Gregarinen vgl. vorzügl. Stein's Untersuchgen im Arch f. Naturgesch. 1849. — Ueb. d. Entwickl. d. Gregarinen: Lieberkühn in Müller's Arch. 1854.

Nahe mit den Pseudonavicellen verwandt sind auch die von J. Müller entdeckten Psorospermien, wie erstere von einer festen Hülle umgebene microscopische Körperchen, die sich gleichfalls in Cysten bilden und, wenn auch im Ganzen noch sehr räthselhafter Natur, als Keimkörner niederer Thiere anzusehen sind. Am häufigsten kommen sie in Fischen vor. Sie mit den Keimkörnern der Amoeben zusammenzuwerfen, halte ich für verfrüht. —

**) Es ist hier auch darauf aufmerksam zu machen, dass auch im Pflanzenreiche — unter den mehrzelligen Algen — eine ähnliche Conjugation sich findet, deren Endresultat die Erzeugung neuer Individuen ist. — Auch ist sicherlich von grossem Belange, dass selbst unter den Würmern — Trematoden — eine Verwachsung zweier Individuen mit dem Fortpflanzungsprocesse in Verbindung steht. Ungeschlechtlich entwickelte Individuen der Gattung *Diporpa* verbinden sich an ihrem hintern Leibesabschnitte innig unter einander, um erst in diesem ein Doppelthier — das wunderbare *Diplozoon* — darstellenden Zustande sich geschlechtlich zu entwickeln.

Eine vollkommen geschlechtliche Entwickelung, die einzige unter den Protozoen mit Bestimmtheit erkannte, findet sich bei den Poriferen, bei denen, wie Huxley zuerst fand, sowohl Eier sich bilden, als auch Samenmassen erzeugt werden. Beiderlei Producte entstehen in besonderen Höhlungen des Körpers und werden, wie es den Anschein hat, durch das den letztern durchziehende Canalsystem entleert.

Zweiter Abschnitt.

Coelenterata.

§. 11.

Die Charactere dieser erst in der Neuzeit durch Leuckart in ihrer gegenwärtigen Fassung begränzte Thiergruppe werden dadurch gebildet, dass die verdauende Cavität in keinem Gegensatze zu einer Leibeshöhle steht. Von dem im Körper befindlichen und als Magen anzusehenden Hohlraume aus durchziehen regelmässig angeordnete in das Körperparenchym eingegrabene Canäle den ganzen Körper und setzen, wenn es sich um »Thierstöcke« handelt, die Individuen derselben unter sich in engere Verbindung.

Der Typus der Organisation der Coelenteraten ist der radiäre, nach ihm sind nicht allein die von der verdauenden Cavität ausgehenden Hohlräume, sondern auch die übrigen Organe, wie Fangfäden, Sinnesorgane u. s. w. angeordnet. Die Körperform ist entweder cylindrisch oder scheibenförmig, oder doch auf die eine oder die andere dieser Formen zurückführbar. In einer Abtheilung — bei den Ctenophoren — geht der Radiärtypus in den bilateral-symmetrischen über, indem an zwei symmetrischen Körperhälften eine überwiegende Ausbildung der einzelnen Theile erfolgt. —

Wie die Coelenteraten durch den strahligen Typus mit den Echinodermen übereinstimmen und mit diesen auch seit Cuvier als Radiata oftmals zu einer Classe verbunden waren, so sind sie durch den viel einfacheren Bau des Körpers und die Verbindungen der Leibeshöhle mit der verdauenden Cavität wesentlich von jenen verschieden. Die systematische Anordnung der hierher zu rechnenden Thiere erleidet vielfache Schwierigkeiten wegen der hier (bei den Hydromedusiden) einschlagenden Complication mit der Erscheinung des Polymorphismus und dem daraus sich ableitenden Generationswechsel.

Uebersicht der Classen der Coelenteraten.

I. Polypi.

1. Ordn. Hexactinia.

Madrepora, Seriatopora; — *Caryophyllia, Turbinolia;* — *Astraea, Maeandrina.*

2. Ordn. Pentactinia.

Actinia, Cribrina, Edwardsia, Cerianthus.

3. Ordn. Octactinia.

Tubipora, Isis, Gorgonia, Alcyonium; — *Pennatula, Veretillum, Virgularia;* — *Lucernaria.*

II. Hydromedusida.

1. Ordn. Hydroidea.

Coryne, Syncoryne, Hydractinia, Sertularia, Pennaria; — *Campanularia, Eudendrium, Tubularia.*

2. Ordn. Medusida.

a) Craspedota.

Oceania, Sarsia, Lizzia; — *Geryonia;* — *Aequorea;* — *Aegineta, Cunina.*

b) Acraspeda.

Pelagia, Aurelia, Chrysaora; — *Rhizostoma, Cassiopeia.*

3. Ordn. Siphonophora.

Velella, Porpita; — *Diphyes, Abyla;* — *Agalma, Physophora, Physalia.*

III. Ctenophora.

Cestum, Cydippe; — *Mnemia, Lesueuria;* — *Eucharis;* — *Beroë.*

Literatur.

1. Polypi. Rapp, Ueber Polypen im Allgemeinen u. Actinien insbesond. Weimar 1829.

Ehrenberg, Die Corallenthiere des rothen Meeres (Abhandl. der Königl. Academie zu Berlin) 1832.

Johnston, *A history of the british Zoophytes.* 2 Bde. London 1847.

Hollard, *Monographie anatomique du genre Actinia. Ann. des sc. nat. Sér. III. T. XV.* 1851.

Haime, Jul., *Mémoire sur le genre Cerianthus. Ann. des sc. nat. Sér. IV. T. 1.* 1854.

2. Hydromedusida. Cavolini, *Memor. per servire alla storia dei polipi marini. Napoli* 1755. (Deutsch von Sprengel. Nürnberg 1813.)

Eschscholtz, System der Acalephen. Berlin 1829.

Brandt, Ausführliche Beschreibung der von H. Mertens auf seiner Weltumsegelung beobachteten Schirmquallen. *Mém. de l'Acad. de St. Pétersbourg* 1833.

Ehrenberg, Ueber die Acalephen des rothen Meeres und den Organismus der Medusen der Ostsee. (Abhandl. der Berl. Academie. 1835.)

Milne-Edwards, *Observations sur divers Acalèphes. Ann. des sc. nat. Sér. II. T. XVI.* 1841.

Wagner, R., Ueber den Bau der *Pelagia noctiluca* und die Organisation der Medusen. Leipzig 1841.

Will, *Horae tergestinae*, Beschreibung und Anatomie der im Herbste 1843 zu Triest beobachteten Acalephen. Leipzig 1844.

Sars, *Fauna littoralis Norvegiae.* Heft 1. Christiania 1846.

Forbes, *A monograph of the british naked eyed Medusae.* London 1848.

Frey und Leuckart, Beiträge zur nähern Kenntniss wirbelloser Thiere. Braunschweig 1847.

Huxley, *On the anatomy and the affinities of the family of the Medusae. Philos. Transact. for* 1849.

Agassiz, *Contributions to the natural history of the Acalephae of North-America,* in den *Memoirs of the American Academy of arts and sciences. T. II. P. 2.* 1850.

Kölliker, Die Schwimmpolypen von Messina. Leipzig 1853.
Leuckart, Zoologische Untersuchungen. Heft 1. Giessen 1853.
Gegenbaur, Beiträge zur nähern Kenntniss der Siphonophoren. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. V. 1854.
Vogt, C., *Sur les Siphonophores de la mèr de Nice* (*Mém. de l'Institut Génèvois* 1854).
3. Ctenophora. Eschscholtz *op. s. cit.*
Mertens, Beobachtungen und Untersuchungen über die beroëartigen Acalephen (*Mém. d. l'Academie de St. Pétersbourg.* 1833).
Milne-Edwards, *op. s cit.* und *Ann. des sc. nat. Sér. IV. T. VII.*
Will, *op. s. cit.*
Agassiz, *op. s. cit.*

§. 12.

Körperbedeckung und Bewegungsorgane.

a) Von den Integumenten.

Obgleich die Differenzirung der Organe und damit auch der Gewebe des Körpers dieser Thiergruppe sich schon weit entfaltet zeigt, so ergeben doch die niederen Formen darunter eine Zusammensetzung aus Zellen, weshalb eine gesonderte Betrachtung der oben genannten Systeme nicht gleichmässig durchzuführen ist. Die Grundsubstanz des Körpers der niedersten Coelenteraten, nämlich der Hydroiden*), wird von einem Zellengewebe gebildet, welches sich sowohl am Individuum, als am Stocke der Colonien dieser Thiere, fast immer auf seiner niedersten Stufe erhält**). Zelle lagert an Zelle, häufig die Wandungen mit einander verschmolzen zeigend, und indem diese Elemente (ob alle, oder nur ein Theil davon, ist noch unentschieden) mit Contractionsvermögen ausgerüstet sind, wird durch sie zugleich ein Muskelsystem repräsentirt. An der Körperoberfläche gehen die Leibeszellen in plattere Formen über und stellen so ein Epithelium vor, welches sich nur durch die ihm fehlende Contractilität von den darunter gelegenen Elementen unterscheidet. — Mit der Ausbildung eines Muskelsystemes, wie es allen übrigen Coelenteraten in meist sehr entwickelter Weise zukömmt, lassen sich dann bestimmtere Gränzen zwischen den äusseren Bedeckungen und den darunter liegenden Körpertheilen unterscheiden, und es ergibt sich für alle der Bestand eines zelligen Ueberzugs, in den an vielen Körperstellen andere Gebilde sich einbetten.

Sehr verbreitet kommen auf den Epithelzellen Wimperhaare vor. und es sind namentlich die mannigfaltig gestalteten Fangarme und andere

*) Bezüglich der Stellung dieser Thiere und ihrer Verbindung mit höheren Formen findet sich das Nähere dem Abschnitte über die Geschlechtsverhältnisse der Coelenteraten beigefügt.

**) Es hat sich einige Zeit hindurch die Meinung erhalten, als ob der Körper dieser Thiere aus einer contractilen Substanz, Sarcode, bestehe, die nicht auf zellige Elemente zurückführbar wäre, und selbst noch bis vor kurzer Zeit wurde dies ausgesprochen. Leydig's Untersuchungen an *Hydra* haben die Organisation dieses Thieres bezuglich der zelligen Elemente völlig aufgehellt (vergl. Müller's Archiv 1854), und ich kann das dort Behauptete nach Beobachtungen an den seebewohnenden Verwandten jenes Thieres (*Sertularia, Campanularia, Coryne* u. a.) nur bestätigen.

tentakelartige Gebilde, welche durch einen Cilienbesatz ausgezeichnet sind. Eigenthümliche Modificationen der Cilien sind kurze Borstenbildungen, die häufig zwischen den beweglichen Wimperhaaren angebracht sind und sich einzig durch ihre Unbeweglichkeit davon unterscheiden. — Wenn die beweglichen Cilien bei den kleineren Formen von Medusen, sowie in allen früheren Entwicklungsstadien der Coelenteraten als Locomotionsorgane thätig sind, so geht diese Bedeutung mit dem Zunehmen des Körpervolumens und mit der Ausbildung des gesammten Organismus allmählich verloren, und erhält sich nur in einer einzigen Classe, nämlich der der Rippenquallen, dadurch, dass sie durch Auswachsen in die Länge und Breite in bewegliche Schwimmplättchen sich umgestalten. Diese sind bei den Ctenophoren in regelmässige, die Länge des Körpers umziehende Reihen geordnet, deren man in der Regel 8 (4 bei *Cestum*) unterscheidet*). Sie sind mit einer breiteren Basis eingelenkt und nur an derselben beweglich, indess ihre übrige Fläche ziemlich resistent erscheint, so dass sie, durch den Willenseinfluss des Thieres in Bewegung gesetzt, als ebensoviele Ruderorgane zu wirken im Stande sind.

Fig. 7.



Characteristisch für die Hautdecke der Coelenteraten, sowie auch vielfach im Innern des Körpers dieser Thiere verbreitet, doch nicht ausschliesslich auf diese Thiergruppe beschränkt, sind eigenthümliche Modificationen von Zellen, die unter dem Namen der Nesselzellen**) bekannt sind. Es sind dies derbe in Zellen entstehende Kapseln, in deren Innerem ein elastischer, spiralig eingerollter Faden sich zeigt, der unter gewissen Verhältnissen, wie es scheint bei Einwirkung eines Druckes auf die Kapsel hervorschnellt und sich dann an seinem Ursprunge von der Wand der Kapsel oder auch seiner ganzen Länge nach mit feinen, nach rückwärts gerichteten Häkchen besetzt zeigt. Die Formen- und Grössenverhältnisse dieser Zellen sind sehr variabel, doch, wie es den Anschein hat, für die einzelnen Gattungen und Arten sehr characteristisch. Sie liegen zerstreut oder auf Häufchen gruppirt unter, zum Theil auch zwischen den Epidermiszellen, sind jedoch, wie oben bemerkt, nicht nur den äusseren Körperdecken zukommende Theile, da sie ebenso, wenn auch seltener, in den Epithelien innerer Organe sich vorfinden. Ihre vorzüglichste Verbreitung besitzen sie jedoch stets nur an den Tentakeln und Fangarmen,

Fig. 7. Verschiedene Formen von Nesselzellen. *A.* Nesselzellen von *Corynactis*, 1. mit dem spiralig aufgerollten Faden, 2. mit ausgestrecktem Faden. *B. C.* Nesselzellen von Siphonophoren, mit ausgestrecktem, theilweise mit Häkchen besetztem Faden. *D.* Nesselzellen von Medusen; Faden noch eingerollt, bei einem noch nicht differenzirt.

*) Die Angaben von nur 6 Schwimmplättchenreihen, wie sie von manchen älteren Autoren gemacht sind, dürften sich als nicht sicher herausstellen. Es weisen wenigstens alle anderen Beobachtungen auf 4 oder 8 hin. —

**) Sie sind die Ursache der nesselnden Empfindung, welche viele Coelenteraten (Actinien, Medusen) bei der Berührung auf der Haut erregen.

und unter diesen sind es besonders die Senkfäden der Siphonophoren, welche reichlich mit ihnen ausgestattet sind, und in denen sie sich in dichten, bandähnlichen Reihen gruppiren.

Unter der oberflächlichen aus Epithelzellen bestehenden Körperschicht folgt entweder ein mehrfaches Zellenstroma bei den Polypen*), wo es namentlich bei der Bildung kalkiger oder horniger Scelete eine Rolle spielt, oder es lagert sich dicht unter die Epithelschichten der Muskelschlauch des Körpers, oder endlich es schliesst sich eine den Integumenten noch anzurechnende Schicht an, welche bezüglich ihrer Consistenz von gallertartiger Beschaffenheit bis zu knorpelähnlicher Härte variirt, und bei glasartiger Durchsichtigkeit durch den Grad ihrer Ausbildung stets als formbedingend sich herausstellt. Es ist die Classe der Hydromedusiden, in der diese Substanz ihre Verbreitung findet, und wo sie fast immer am Volumen des Körpers am meisten betheiligt ist. Bei den Medusen stellt sie das Grundgerüste des scheiben- oder glockenförmigen Körpers dar, welches bei seiner enormen Prävalenz über die übrigen Organe bei weitem die Hauptmasse ausmacht, und sich bei den höheren Scheibenquallen (Acraspedota) immer auch noch in die den Mund umgebenden Arme fortsetzt. Auch bei den Siphonophoren ist diese Substanz beträchtlich verbreitet, indem gewisse Gebilde dieser Colonien, wie Schwimmstücke, Geschlechtsgemmen und auch Deckstücke, je nach dem Grade ihrer Annäherung an den Medusentypus, auch diese Gallertsubstanz entsprechend ausgebildet zeigen. In der Regel ist die Consistenz der letzteren hier beträchtlicher, als bei den Scheibenquallen und erreicht eine knorplige Härte. Auch bei den Rippenquallen stellt das gallertige Unterhautgewebe den grössten Theil des Körpers vor und zeigt dieselbe Beschaffenheit wie bei den Medusen. Was den Bau desselben im Allgemeinen angeht, so ist dieser fast durchgehend ein übereinstimmender; sternförmig verästelte Zellen, die, unter einander anastomosirend, in eine homogene Grundsubstanz eingebettet sind, bilden die Formelemente desselben, zu denen sich die Intercellularsubstanz wie eine ausgeschiedene Masse verhält, so dass das ganze Gewebe den Bindesubstanzen höherer Thiere an die Seite gesetzt werden kann**). Bei den festsitzenden Coelenteraten bildet die Oberhaut des Körpers häufig Abscheidungen, welche dann in Form eines röhrigen Gehäuses den Körper auf grösseren oder geringeren Strecken umgeben, und namentlich bei den coloniebildenden Hydroiden dem gemeinsamen Stocke (*Tubularia*, *Eudendrium*, *Coryne* u. a. m.) eine feste Stütze, und bei manchen Gattungen (*Campanularia*, *Sertularia*) auch dem Individuum noch eine Umhüllung bieten. Solche Körperhüllen, von weicher, biegsamer Beschaffenheit, kommen dann auch noch unter den Polypen vor. So bei *Cerianthus* und *Cornularia*, und zwar sind es bei ersterem zum Theile die abgestos-

*) Jules Haime unterscheidet davon 4 Schichten bei *Cerianthus*.

**) Ueber den Bau der Gallertscheiben der Medusen siehe M. Schultze, Abhdlg. d. naturforsch. Gesellsch. zu Halle, Sitzungsber. 1855, u. Müllers Arch. 1856.

senen Nesselfäden, welche durch eine erhärtende Substanz unter einander verbunden das Gehäuse zusammensetzen.

b) Von den Sceletbildungen.

Wenn die vorhin erwähnten festen Integumentbildungen, die dem Körper zugleich als Stützapparate dienen, nur als Umhüllungen des Körpers, und einmal nach aussen von ihm abgeschieden in keiner engeren Verbindung mit ihm stehend sich darstellen, so unterscheiden sie sich dadurch wesentlich von einer Reihe fester Stützorgane, die immer im Innern des Organismus zu Stande kommen, und in deren Bildung bei der grössten Anzahl sogar ein beträchtlicher Theil der Weichgebilde des Körpers aufgeht. Je nach der Betheiligung der Weichgebilde müssen zweierlei Arten der Stützorgane unterschieden werden.

Die eine davon kommt dadurch zu Stande, dass im Innern des gemeinsamen einer Colonie angehörigen Körpers die Bildung eines festen Gerüstes durch Abscheidung von Seite des umgebenden Parenchymes stattfindet, so dass also die Körpertheile selbst keine directe Veränderung eingehen. Solche innere Sceletstücke von knorpelähnlicher Beschaffenheit bilden schalenförmige Stützen für die verkürzte Achse mancher Siphonophoren*). Wie weit unter den Polypen solche Bildungen vorkommen, muss dahingestellt bleiben, und es kann nur erwähnt werden, dass die festen Achsen mancher Polypenstöcke, z. B. der Pennatuliden theilweise hierher zählen dürften.

Die andere Form der Sceletbildung beruht in der Ablagerung von festen Substanzen in die Weichtheile des Körpers, so dass je nach den Quantitäten dieser Einlagerungen und nach der Innigkeit der Verbindung derselben untereinander mehr oder weniger feste Gerüste (Polyparien) zu Stande kommen, durch welche die mannigfaltigsten Formen dieser Thierstöcke mehr oder weniger bestimmt werden. Die Einlagerungen bestehen vorzüglich aus Kalksalzen, die an eine organische Materie gebunden sind und in Form von spiessigen oder stumpfen Nadeln, oder in mehr unregelmässigen Concretionen der verschiedensten Gestaltung auftreten**); es finden sich aber in den Verhältnissen beider zu einander beträchtliche Schwankungen, so dass von den fast nur aus organischer Materie gebildeten Axen-Sceleten (z. B. von *Antipathes*) bis zu den nahebei nur kalkigen Polyparien (z. B. den Madroporen, Astraeen u. v. a.) alle Zwischenstufen vorhanden sind. Diese Kalkeinlagerungen, nicht allein in die Integumente, sondern auch in's Körperparenchym, sind bei

*) Bei *Velella* und *Porpita*. Diese inneren Schalen sind mit einer Anzahl unter einander communicirender Kammern versehen, welche auf der oberen Fläche nach aussen münden und Luft aufzunehmen im Stande sind. Daraus ergibt sich auch die hydrostatische Bedeutung dieser Schalenbildungen im Zusammenhalt mit dem Umstande des Aufenthaltes der Velelliden auf der Meeresoberfläche.

**) Vergl. hierüber: Frey, Ueber die Bedeckungen der wirbellosen Thiere. Göttingen 1848.

allen achtstrahligen und sechsstrahligen Polypen verbreitet, und sind bald gering und nur wenig untereinander zusammenhängend, so dass die Weichheit des Körperparenchyms nur wenig durch sie beeinträchtigt wird, wofür die fast gallertigen Alcyonienstöcke Beispiele liefern. Einige grössere Festigkeit erhalten die Polypenstöcke durch Kalkeinlagerungen bei den Pennatuliden, bei denen besonders die polypentragenden Seitenäste des Stammes bedeutende Resistenz besitzen. Durch Vereinigung der Ablagerungen im Innern des Stammes kommt es sogar bei einigen *Virgularia*, *Pavonaria*) zur Bildung einer festen Axe, durch welche die Fortentwicklung der Colonie auf beträchtliche Länge unterstützt wird *).

Von diesen nur im gemeinsamen Stamme sich bildenden Axenscelettten, die niemals Verzweigungen eingehen, sind jene verschieden, bei denen der Verkalkungsprocess auf die einen Stock zusammensetzenden Individuen übergeht. Es lässt sich die Betrachtung dieses Vorganges recht gut von einzelnlebenden Formen aus betrachten, und man findet daran, wie zuerst der festsitzende Theil des Thieres durch Kalkmasse innig mit seiner Unterlage verbunden wird. Von dieser Basis aus schreitet nun die Kalkablagerung im weichen Thierkörper immer weiter, und indem sie sich nicht blos auf die Körperwände, sondern auch auf die strahlenartig angeordneten Septa der Leibeshöhle erstreckt, lässt sie bei dem mit der Verkalkung gleichen Schritt haltenden Wachsthum des Thieres jene Polypengehäuse hervorgehen, bei denen auch dann noch, wenn sie von den Weichtheilen des Thieres befreit sind, die strahlenförmige Anordnung und die Zahlenverhältnisse der Septa vollständig genau in der starren Kalkmasse ausgedrückt sind **).

Je nachdem nun dieser Vorgang sich ausschliesslich auf die unteren Theile eines Thieres beschränkt (mit der Verkalkung der Sohle, der Bildung des sogenannten Fussblattes leitet sich überhaupt jedesmal der ganze Process ein) — oder sich auf die seitlichen Körperwände ausdehnt

---

*) Nur ganz wenig entwickelt ist diese bei *Veretillum*, mehr dagegen bei *Pennatula*.

**) Die Zahl der primär verkalkenden Strahlen ist bei dieser Abtheilung der Polypen sechs (*Hexactinia*). Zwischen diesen entstehen aber mit dem zunehmenden Alter des Individuums durch die Vermehrung der Septa neue Strahlen, die sich jedoch immer nur paarig, und zwar in symmetrischer Anordnung hervorbilden, so dass die secundäre Strahlenordnung zwischen der der primären erst nach und nach entsteht. — Die senkrechten Strahlenplattchen werden bei vielen Polypen durch horizontale, in Abständen sich entwickelnde Scheidewände unter einander verbunden. Wo sämmtliche Strahlen einer oder mehrer Ordnungen in der Mitte eines Bechers zusammentreten, werden sie meist durch eine stärkere, aber vielfach durchbrochene Kalkmasse unter einander verbunden, und dadurch entsteht dann eine säulenartige Axe, welche die Länge des Polypenbechers von Querscheidewand zu Querscheidewand durchsetzt, und welche häufig auch über das Niveau der Strahlen im Grunde des Polypenbechers hervorragt. Sie wird als »Columella« bezeichnet. —

Ueber die Bildung der festen Polypengehäuse vergl. vorzüglich Milne-Edwards und Jul. Haime, *Recherches sur les polypiers Ann. des sc. naturelles. Sér. III. Tome IX—XVI.*

(Bildung des sog. Mauerblattes), entstehen dann flache oder becherförmige Gerüste für das einzelne Thier. Nach ersterem Typus sind die Polyparien der Fungien, nach letzterem die der Caryophyllien, der Madreporiden, Oculiniden u. a. gebaut, welche somit eine weitere Entwicklungsstufe des Verkalkungsprocesses darstellen. Auch die, die einzelnen Individuen einer Colonie unter einander verbindende weiche Körpersubstanz wird sehr häufig in die Kalkablagerung hineingezogen, und hieraus, sowie aus dem Umstande, dass der Process immer genau dem Wachsthume der Weichtheile nachfolgt, somit bei Vermehrung der Colonie durch Theilung der Individuen allmählich auch die dadurch neu entstandenen Individuen ergreift, indess die älteren Theile des Stockes absterben, lässt sich dann leicht die Entstehung der Polyparien erklären.

Wenn man von dem eben geschilderten Ablagerungsprocesse von anorganischen Substanzen in die Weichtheile des Polypenkörpers als dem der festen Sceletbildung zu Grunde liegenden Vorgange ausgeht, so lassen sich noch zwei andere, scheinbar verschiedene Polyparienbildungen damit in Einklang bringen. Findet nämlich die Verkalkung nur in den äusseren Körperschichten der Thiere statt, so entstehen ausschliessend röhrige Bildungen: wofür die Tubiporiden Beispiele liefern. die einzelnen, von je einem Individuum gebildeten Röhren sind in verschiedenen Höhen durch horizontale Lamellen unter einander zu einer Colonie verbunden, indem von Zeit zu Zeit die die Einzelthiere vereinigende gemeinsame Körpersubstanz eine gleiche Verkalkung eingeht. Es verbindet sich diese Art der Sceletbildung mit einer Flächenentfaltung der Colonie.

Fig. 8.



Die andere Form von Polyparien, die durch Gorgoniden und Antipathiden repräsentirt wird, entsteht durch reine Axenscelete, die aus einer nur im Innern eines sich verästelnden Stockes entstehenden Ablagerung hervorgehen*). Die Aussenfläche dieser Scelette ist dann gleichmässig von den Weichtheilen des Stockes überzogen, in denen die einzelnen Thiere verschiedenartig gruppirt sind.

Indem bei manchen dieser corallenerzeugenden Thierstöcke das Axenscelet an jenen Stellen, welche den in die weiche Umhüllung eingebetteten Individuen entsprechen, kleine becherförmige Erhebungen zeigt (Isis), wird dann von

Fig. 8 Stock von *Isis nobilis*. *a*, *a*. die feste, kalkige Achse, bei *b* noch von den Weichtheilen überzogen, in denen die einzelnen Thiere eingesenkt sind, *c*. einzelne Thiere mit ausgebreiteten Fühlern, *d*. zurückgezogene Thiere.

*) Die Beschaffenheit der Polyparien ist in dieser Abtheilung äusserst verschieden, bald erscheinen sie durch reiche Kalkmassen steinhart (*Isis nobilis*), bald wei-

hier aus wieder der natürliche Uebergang zu jenen Formen gefunden, welche wie die Madreporiden und Oculiniden bei verästelten Axenscelетten eine Becherbildung, durch Verkalkung der Körpertheile der einzelnen Individuen aufweisen, und damit schliesst sich zugleich die mannichfaltige Reihe der Erscheinungen in der Seeletbildung zum einheitlichen Bilde.

c) Von der Musculatur.

Es ist schon oben bei der Betrachtung der Integumente der Hydroiden des mangelnden Muskelsystems dieser Thiere gedacht worden und wie hier die contractile Zelle auf ihrer niedersten Bildungsstufe solche besondere Organe vertritt *). Auch bei den Siphonophoren sind noch vielfach solche niedere Bildungen vorhanden, und selbst bei den Medusen sind oftmals die Randfäden der kleineren Formen nur aus einfachen contractilen Zellen zusammengesetzt. Dagegen entwickelt sich am Siphonophorenstamme ein System deutlicher von anderen Körpergeweben gesonderter Muskelfasern **) als Gerüste, welches an zahlreiche contractile Bildungen, an die Stämme und Aeste der Senkfäden, an die fressenden Individuen und auch an die tasterartigen Gebilde seine Verzweigungen absendet. Noch vollkommener ist die Musculatur an den Schwimmstücken, deren Höhlung von einer Schicht querverlaufender Fasern ausgekleidet ist, sowie deren Oeffnung von einer muskulösen Randmembran (Velum) umsäumt erscheint, eine Einrichtung, die sich bei einer grossen Abtheilung der Medusen (bei den Craspedota) wiederfindet. Sowohl die Muskel-Auskleidung der Concavität des scheiben- oder glockenförmigen Körpers der Medusen, welcher die Höhlung der Siphonophoren-Schwimmstücke homolog ist, als auch die Randmembran, wirken durch wechselnde Contractionen wesentlich bei der Ortsbewegung. Bei einer anderen Abtheilung der Medusen (Acraspeda) fehlt die Randmembran, und der Umkreis der Scheibe ist dann meist durch regelmässige Einschnitte in zierliche Läppchen gespalten, die dann, indem

cher (*Gorgonia*), bald hornartig, und bis zu einem gewissen Grade sogar biegsam (*Antipathes*), bald endlich wechseln kalkige und hornartige Abschnitte an einem und demselben Stocke (*Isis hippuris*). —

*) Wirkliche Muskelfasern kommen jedoch auch bei den Hydroiden, wenn auch nur in einem Falle von mir beobachtet, vor, und zwar bei *Corymorpha nutans*, einem Thiere, welches sich ungeachtet seiner Ammennatur, auch in mehrfachen anderen Beziehungen an höhere Coelenteratenformen anschliesst.

**) Die Elemente der Musculatur stellen in der Regel lange bandartige Fasern vor, die durch das Auswachsen einer Zelle unter gleichzeitiger Vermehrung der Kerngebilde entstehen (so besonders bei Actinien), indess sie in anderen Fällen auf niederer Organisationsstufe stehenbleibende spindelförmige Faserzellen bilden (Medusen, Siphonophoren). Querstreifungen sind im frischen Zustande der Elemente nicht wahrzunehmen, treten jedoch bei Behandlung mit Reagentien sehr bald hervor, und werden an in Weingeist conservirten Exemplaren von Siphonophoren und Medusen leicht wahrgenommen.

die Musculatur der Scheibe auch auf sie übergeht, ganz ähnlich wie die Randmembran durch Ein- und Ausklappen bei der Locomotion thätig sind.

Eine radienartige Anordnung zeigt die Musculatur der Ctenophoren, bei denen Längsbänder theils unter den auf rippenartigen Vorsprüngen stehenden Schwimmplättchenreihen, theils zwischen diesen über den ganzen Körper herab sich erstrecken. Durch solche werden jedoch nur Gestaltveränderungen, niemals aber wirkliche Ortsbewegungen zu Stande gebracht.

Unter allen Coelenteraten sind bei den Polypen die Muskeln nicht allein am vollständigsten differenzirt, sondern auch am reichlichsten entwickelt. Sie stellen einen unter der Haut gelegenen contractilen Schlauch vor, der bei den Actinien eine äussere Ringfaser- und innere Längsfaserschicht unterscheiden lässt, welche Verhältnisse sich auch in die Tentakelbildungen fortsetzen. Besonders reichliche Musculatur zeigt die festsitzende Basis (Fuss) dieser Thiere, die bei vielen in eine fleischige Sohle umgewandelt ist, mittels deren sie nicht nur sich festsaugen, sondern auch kleine Ortsveränderungen vornehmen können. Bei den corallenerzeugenden Polypenstöcken erstreckt sich die Musculatur vorzüglich auf die gemeinschaftlichen Weichtheile, und bei jenen mit fleischigen oder lederartigen Stöcken begleitet sie das den Stock durchziehende Canalsystem.

Aus dem über die Musculatur Angeführten, sowie aus den allgemeinen Verhältnissen der einzelnen Coelenteratenabtheilungen geht hervor, dass die Locomotion auf sehr verschiedene Weisen zu Stande kommt. Doch sind es deren im Ganzen nur zwei, wenn wir von den nur sehr beschränkten Ortsbewegungen, deren manche Actinien mittels ihres Fusses fähig sind, absehen. Einmal ist es die Locomotion durch das Spiel der Schwimmplättchen, welche wir als höher entwickelte Cilienbildungen ansehen, und worin also die Rippenquallen mit den gleichfalls durch Wimpern sich fortbewegenden Jugendzuständen aller später festsitzenden Formen übereinkommen; die zweite Form der Bewegung wird durch die Contractionen und Expansionen des glocken- oder scheibenförmigen Körpers bethätigt, wie bei den Medusen und einem Theile der Siphonophoren, der mit nach Medusentypus gebauten locomotorischen Individuen versehen ist. Das Individuum, welches unter den Medusen seine selbständigen Bewegungen vollführt, ist hier bei den Siphonophoren, indem es mit dem Stocke in Verbindung bleibt, zum Organe geworden, welches einseitig eine bestimmte Function vollzieht. Die locomotorischen Individuen (Schwimmstücke) der Siphonophorencolonien sind sowohl in Form als Anordnung und Zahl verschieden. Zwei besitzen die Diphyiden; eine grössere Anzahl in doppelzeiligen Reihen oder in Spiralform aufgereiht weisen die Physophoriden und Hippopodiden auf; immer nehmen sie das vordere Ende des gemeinsamen Stockes ein.

Ausser diesen activen Bewegungsorganen müssen hier noch die hydrostatischen Apparate erwähnt werden, mit welchen viele Siphonophoren ausgestattet sind. Sie treten in zweierlei Formen auf, einmal als ein verzweigtes, luftführendes Hohlraumsystem im Innern eines scheibenförmigen Sceletttheiles (vergl. oben beim Scelet) bei den Velelliden, und zweitens als elastische mit Luft gefüllte Säcke, diese liegen entweder als kleinere Bildungen im vordersten Ende des gemeinsamen Stockes (Physophoriden), oder sie erscheinen von grösserem Umfange und dehnen sich dann über den ganzen Stamm aus, der durch sie dann eine fast horizontale Lage erhält (*Physalia*). —

§. 13.

Organe der Empfindung.

a) Vom Nervensysteme.

Die festsitzenden und somit auch eine niedere Organisationsstufe kundgebenden Coelenteraten wie die Hydroiden, dann sämmtliche Polypen, selbst die organologisch sonst so hoch entwickelten Actinien haben bis jetzt weder Nervensystem noch höhere Sinnesorgane erkennen lassen, indem die Theile, die man zuweilen z. B. im Fusse der Actinien als Ganglien beschrieben hat, keineswegs als solche bestätigt werden konnten. Auch bei den Siphonophoren sind keine Andeutungen solcher Organe vorhanden, wohingegen sowohl Scheiben- als Rippenquallen die ersten Anfänge der Bildung eines Nervensystems bis zu einer relativ hohen Entfaltung darbieten. Bei den ersteren sind die näheren Verhältnisse des Nervensystems noch nicht in bestimmter Weise ermittelt, da die hierüber bestehenden Angaben von einem um den Schirm verlaufenden Nervenring, der an einzelnen Stellen mit Ganglien versehen sei, bis jetzt noch der Bestätigung entbehren, doch spricht für diese von Agassiz gegebene Darstellung einmal der so ausgebildete Radiärtypus der Medusen, und zweitens das Vorkommen der oft in bedeutend hohem Grade entwickelten Sinnesorgane an eben jenen Stellen des Körpers, so dass die noch nicht mehrseitig bestätigte Erkenntniss eines Nervensystems an jenen Körpertheilen auf Rechnung seiner unvollkommen differenzirten Elemente zu setzen sein dürfte*).

Die Ctenophoren dagegen sind mit einem sehr entwickelten Nervensysteme versehen. Die Centralmasse desselben liegt am Grunde der verdauenden Cavität, und besteht aus zwei mit einander verbundenen Ganglien, eine Anlage, die mit dem aus dem Radiärtypus heraustreten-

*) Vergleichende Beobachtungen zeigen mit Klarheit, dass oftmals Sinnesorgane vorhanden sein können, ohne dass ein Nervensystem durch unsere Beobachtungsmittel sinnlich wahrnehmbar wird. Die Embryonen und Larven vieler Schnecken zeigen das Gehörbläschen, ja sogar selbst die Augen schon zu einer Zeit deutlich, wo noch kein Nervensystem differenzirt erscheint, und dennoch muss das Material für letzteres schon vorhanden sein.

den und in den Bilateraltypus übergehenden Bauplane dieser Thiere vollkommen harmonirt. Von den beiden Ganglien gehen Nervenstämmchen sowohl zu den Magenwandungen, als auch zu den unter den Schwimmplättchenreihen verlaufenden Canälen, wo sie zwischen den letzteren und den Schwimmplättchen ganglienartige Anschwellungen eingehen, deren jede einem der Plättchen entspricht. —

b) Von den Sinnesorganen.

Wie der Tastsinn fast überall im Thierreiche die reichlichste Organentfaltung aufweist, und zwar in um so höherem Grade, als die übrigen Sinnesorgane auf niederer Entwickelungsstufe stehen, so zeigen sich auch bei den Coelenteraten mannichfaltige diesem Sinne vorstehende Werkzeuge ausgebildet. Die Tastorgane erscheinen immer in Form contractiler Fäden, oft bedeutend verlängerbar, und in der Regel kranzartig den Mund umstehend, für den sie, die Function von Fangorganen in sich vereinend, das Beischaffen der Nahrung besorgen. Diese Anordnung zeigen die Fühler bei allen Polypen, wo sie, wie bei den Actinien, oft in mehrfachen, dichtgedrängten Reihen stehen, während sie bei den sechs- und achtstrahligen Polypen nur eine einfache Reihe meist blattähnlich geformter Fortsätze darstellen*). Auch die Hydroiden zeigen wesentlich dieselbe Anordnung. Am Körper der Medusen sind nicht allein häufig um den Mund solche Tentakelgebilde angebracht, sondern es ist auch stets der Scheibenrand des Thiers mit fadenartigen, bald, und zwar in den meisten Fällen, ausserordentlich verlängerbaren, seltener starren Tentakeln (Aeginiden) besetzt, so dass dem Thiere beständig von der Beschaffenheit seiner nächsten Umgebung nach einer Richtung hin Kunde wird. Aehnliche, aber aus modificirten Individuen hervorgegangene Senkfadenbildungen besitzen die Siphonophorencolonien, doch müssen diese ohne Zweifel mehr zum Einfangen der Nahrung verwendeten Gebilde bezüglich ihrer Tastverrichtung weit unter eigentliche Fühlerbildungen gestellt werden, mit denen viele dieser Thierstöcke versehen sind. Es erscheinen diese Fühler gleichfalls als morphologische Aequivalente von Individuen, als contractile Blindschläuche, die in verschiedener Weise am Stamme gruppirt sind, bald im Kreise dicht unter den Schwimmstücken stehend (*Physophora*), bald einzeln zwischen den übrigen Theilen der Colonien zerstreut (*Agalma* u. a), oder es sind ähnlich den Randfäden der Medusen am Rande der scheibenförmigen Axe reichliche Tentakeln angebracht (*Velella*, *Porpita*).

Nur zwei, aber häufig noch mit secundären Aesten besetzte Senkfäden weisen die Ctenophoren auf, doch sind auch diese mehr als

*) Eine Ausnahme bilden bezüglich der Tentakelanordnung die Lucernarien; bei denen die Taster am Rande des scheibenförmig verbreiterten Körpers büschelförmig gruppirt sind, eine Lage, welche diese Thiere den ihnen auch sonst nicht sehr ferne stehenden Medusen nahe bringt.

Fangorgane zu betrachten *); dagegen mögen nicht selten in der Nähe des Mundes stehende feine Fädchen viel eher dem Tastsinne dienstbar sein, wie auch die mannichfaltigen Lappenbildungen (*Mnemia* u. a) am vorderen Körperpole in dieser Richtung functioniren.

Mit Ausnahme der Tentakeln der meisten Hydroiden sind sämmtliche hier aufgeführte Gebilde von einem canalartigen Hohlraume durchzogen, der mit der Leibeshöhle in Verbindung steht, und von der darin enthaltenen Flüssigkeit geschwellt werden kann. Auf diesem Umstande beruht auch die oft ausserordentliche Ausdehnung dieser Organe (namentlich die Randtentakel der Medusen, Senkfäden der Siphonophoren und Ctenophoren) bei einer verhältnissmässig geringen Veränderung des Dickedurchmessers.

Seh- und Gehörorgane finden sich unter allen Coelenteraten nur bei den Medusen und Ctenophoren vor. Sie liegen bei den ersteren stets am Rande des schirm- oder glockenförmigen Körpers, wo sie unter dem indifferenten Namen der »Randkörper« bekannt sind. Diese Randkörper bestehen entweder nur aus dem einen oder dem anderen Sinnesorgane (bei den Craspedoten), oder es können beiderlei Organe räumlich beisammen liegen, wie dies bei den höheren Medusen (den Acraspeda) der Fall ist.

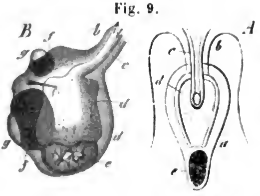
Als Gehörwerkzeuge der Medusen müssen bläschenförmige Körper angesehen werden, welche bald eine, bald mehre, zumeist aus kohlensaurem Kalke bestehende Concretionen — (Otolithen) — einschliessen, und am Rande des Schirmes in mehrfacher Zahl angebracht sind. Das was uns zwingt, diesen Gebilden die angegebene Bedeutung unterzulegen, ist der wichtige Umstand, dass selbst bei höheren Geschöpfen — den Wirbelthieren — das Gehörorgan anfänglich in solch' niederer Gestalt erscheint, die sich erst allmählich zur complicirteren umwandelt **). In der Abtheilung der niederen Medusen finden sich solche Gehörbläschen nur bei jenen Familien, welche der Sehwerkzeuge entbehren, so dass hier ein gewisses ausschliessendes Verhalte zwischen beiderlei Organen nicht zu verkennen ist. Die Zahl dieser Gehörbläschen ist meist eine constante, die Concretionen sind, soviel bis jetzt bekannt, an die Wand des Bläschens befestigt, daher unbeweglich, und eben dadurch von den analogen Organen der höheren Thiere, wie z. B. der Schnecken und Muscheln, nicht unwesentlich verschieden. Diese einfachste Bildung geht bei den Medusen höherer Ordnung (Acraspeda), denen ohne Ausnahme Gehörbläschen zukommen, in eine andere Form

*) Sie fehlen den Mnemiden und Beroiden.

**) Diese Analogie ist jedoch nur eine allgemeine, denn die Befestigung der Concretion in dem einen Falle, sowie die in den einzelnen Randkörpern oft sehr ungleiche Anzahl der sogenannten Otolithen lässt auch eine andere Deutung nicht geradezu ungerechtfertigt erscheinen; wenn auch jene als Gehörorgane immer die wahrscheinlichste ist.

über. Im freien Ende der immer in einem Randeinschnitte der Körperscheibe gelagerten Randorgane liegt ein Säckchen eingebettet, welches dicht mit prismatischen Krystallen*) erfüllt, und bis zu welchem ein vom Gastrovascularapparate ausgehender durch den Stiel (*b*) des Randkörpers eindringender Canal (*c*) reicht, der sich dicht vor dem Krystallsäckchen ampullenartig erweitert (*d*). — Mehr im Einklange mit der Formation des Gehörorganes der übrigen Thierclassen steht jenes der Ctenophoren, welches als ein mit Cilien ausgekleidetes Bläschen dicht über dem Nervencentrum liegt. Die Otolithen sind rundliche oder sechsseitige Concretionen, die seltener einfach, meist zu einem Häufchen vereinigt in mitten des Bläschens in zitternder Bewegung begriffen sind. Zuweilen ist dies Gehörbläschen noch von Pigment umlagert, und wurde dann irriger Weise als Auge aufgefasst.

Fig. 9.



Als die ersten Andeutungen der Sehwerkzeuge erscheinen (bei den Oceaniden) rothe oder braune, auch wohl schwarze Pigmentflecke (*Ocelli*), an der Tentakelbasis gelagert, und aller lichtbrechenden Medien entbehrend, so dass man über die Bedeutung derselben zweifeln müsste, wenn nicht bei anderen wieder ein lichtbrechender, einer Linse entsprechender Körper in demselben Organe vorkäme**). Solche Sehwerkzeuge der niederen und der höheren Form kommen bei den höheren Medusen auf die Oberfläche des Randkörpers gelagert vor, wo unter ihnen eine vom übrigen Gewebe abgegränzte Zellenmasse einem empfindenden Apparate vergleichbar erscheint. In der Regel ist jeder Randkörper nur mit einem einzigen Auge ausgestattet, nur eine einzige Art macht hierin eine merkwürdige Ausnahme***) und weist an jedem Randkörper gegen drei Augen auf (vergl. Fig. 9. B.). —

Fig. 9. Randkörper von Medusen. *A.* Von *Pelaga noctiluca*. *B.* Von *Charybdea marsupialis*. *a.* Das Ende der Randkörper, zwischen den ausgeschnittenen Rändern der Körperscheibe gelagert. *b.* Stiel. *c.* Canal des Randkörperstiels, welcher aus dem Gastrovascularapparat in einen ampullenförmigen Hohlraum des Randkörpers führt. *d.* Ampulle. *e.* Gehörsäckchen. *f.* Pigment. *g.* Linsenartige Körper.

*) Die Krystalle bestehen nicht immer aus Kalk, sondern sind in den meisten Fällen, so bei *Rhizostoma*, *Pelagia*, *Charybdea* u. a. aus einer, gegen Säuren Widerstand leistenden Substanz gebildet, die auf Kieselerde schliessen lässt.

**) Dies ist sowohl bei *Cladonema*, als auch nach Quatrefages bei *Eleutheria* der Fall. — Linsenartige Körper ohne Pigmentumgebung finde ich zu vieren im Glockenrande der medusiformen Geschlechtsgemmen einer westindischen *Pennaria*.

***) Es ist *Charybdea marsupialis*, deren Randkörper zugleich beweglich sind, so dass also das Thier seine Sehwerkzeuge nach beliebiger Gegend zu richten im

§. 14.

Organe der Ernährung.

a) Von den Verdauungsorganen.

Der gesammte Ernährungsapparat, — und diese Bezeichnung ist wegen des Inbegriffs einer grösseren Summe physiologischer Beziehungen für das hier näher zu schildernde Organsystem die richtigere, — zeigt sich bei den Coelenteraten nach einem vollständig einheitlichen Plane gebildet, welcher nur geringe Schwankungen, und auch diese nur in den unwesentlichsten Verhältnissen aufweist. Es war deshalb vorzüglich diese Einrichtung, welche die Coelenteraten als eine besondere, nach oben wie unten scharf abgegränzte Abtheilung erkennen liess. — Die verdauende Cavität, in der Mitte des Körpers gelegen, öffnet sich in der Regel mit einem Munde nach aussen, und zeigt sich je nach der Körperform des Thieres entweder in die Länge gedehnt, bei vorherrschender Längenachse, oder in die Breite entfaltet, wenn die Querachsen überwiegend entwickelt sind. Dies wäre die Grundform dieses Apparates, wie er nicht allein bei manchen persistent bleibt, sondern auch fast immer in der ersten Bildung sich darstellt.

Fortsätze der verdauenden Höhle (des Magens) erstrecken sich entweder als Canäle oder taschenartige Bildungen, oder selbst als weite Räume durch das Körperparenchym, und repräsentiren, namentlich da, wo sie auf Kosten der zwischenliegenden Körpersubstanz mächtiger entfaltet sind, eine Art Leibeshöhle, die jedoch als ein von dem Cavum des Ernährungsapparates geschiedener Abschnitt nirgends bei den Coelenteraten existirt.

Die Mundöffnung dient ausser der Aufnahme der Nahrungsstoffe auch zur Ausscheidung des Unverdauten, und in jenen Fällen, wo diesem Apparate noch andere Oeffnungen zukommen, wie bei den Ctenophoren, manchen Actinien und bei *Hydra*, da erscheinen diese immer durch ihre Lage und sonstigen anatomischen Beziehungen nur wenig geeignet als Afteröffnungen zu gelten. Somit dürfte der Mangel einer eigentlichen Analöffnung für die Coelenteraten gleichfalls als typisch anzusehen sein.

Das System der Ernährungsorgane zeigt einzelne für die Würdigung der von ihnen vollzogenen Functionen wichtige Abschnitte, die durch mehr oder minder bestimmte Gränzen geschieden sind, deren nach den Verrichtungen gesonderte Betrachtung jedoch das einheitliche Bild zerstören würde. Der Mundtheil erscheint häufig rüsselförmig verlängert,

---

Stande ist, ohne seine Stellung dabei zu verändern. Es erinnert dies an eine von Agassiz erwähnte Oceanide, deren Sehorgane gleichfalls auf Stielen angebracht sind. —

Ohne Augen sind die Randkörper von *Pelagia*, *Rhizostoma* u. a. (vergl. bezüglich der näheren Organisation dieser Sinnesorgane meine »Bemerkungen über die Randkörper der Medusen« in J. Müller's Archiv 1856).

und bildet so eine Art Speiseröhre, die namentlich bei fast allen Siphonophoren und vielen Hydroiden, dagegen bei nur wenigen Medusen entwickelt ist. Vom Grunde des sehr verschieden weiten Magens führt fast durchweg eine durch besondere Musculatur verschliessbare Oeffnung in einen engeren oder weiteren Raum, der als eine Art von Chylusbehälter zu deuten ist und von dem das erwähnte Hohlraumsystem seinen Ursprung nimmt. Es steht daher im Willen des Thieres, von der im Magenraume enthaltenen und stets mit Wasser vermischten Ernährungsflüssigkeit in den Chylusbehälter, und von hier aus in die übrigen Hohlräume einzulassen und auf diese Weise die verschiedenen Körpertheile damit zu versorgen, welche Vorrichtung noch durch das Vorkommen von Flimmerepithel als Auskleidung der Höhlungen wesentlich gefördert wird. Demzufolge besorgt das in Rede stehende Organsystem auch die Vertheilung und den Umlauf der ernährenden Flüssigkeit im Körper, ein Geschäft, welches in den höheren Thierabtheilungen an besondere Organe geknüpft ist; die Benennung »Gastrovascularapparat« dürfte dieser Auffassung nach beiderlei Richtungen Rechnung tragen.

In den einzelnen Classen der Coelenteraten lassen die eben im Allgemeinen geschilderten Verhältnisse mit folgenden Modificationen sich erkennen.

Die einfachere, sich ganz nahe an den Urtypus anschliessende Form besitzen unter den Polypen, die Lucernarien, bei denen der ganze Apparat durch eine einzige Höhle repräsentirt wird. Diese setzt sich ohne alle Scheidewände oder Canalbildungen gegen den Rand des Körpers fort, und erstreckt sich hier in Büschel der Tentakeln. Eine Trennung dieser Cavität findet sich hier nur durch vorspringende Radiärwülste angedeutet, die in der Vierzahl in die Leibeshöhle einragen und mit contractilen Fäden besetzt sind. Bei den übrigen Polypen lässt sich das nähere Verhalten am besten in der Weise vorstellen, dass man den Magen als einen cylindrischen Schlauch (Fig. 10. *v.*) vom Munde aus in den Körper des Thieres hinabhängend sich denkt, am unteren Ende geöffnet, um hier mit den Leibeshohlräumen und zwar zunächst dem, wie oben erwähnt, einem Chylusbehälter entsprechenden Abschnitt zu communiciren. Die Cavität erstreckt sich auch seitlich um die Magenwand nach aufwärts, und wird hier durch eine Anzahl von Scheidewänden (Fig. 10. *s.*) in ebensoviele Kammern getheilt, deren jede an ihrem unteren Ende in die gemeinsame Centralhöhle

Fig. 10.



Fig. 10. Senkrechter Durchschnitt des Körpers einer Actinie (zur Hälfte). *t.* Tentakel. *v.* Magenwand. *s.* Septum der Leibeshöhle. *mf.* Mesenterialfilament. *ov.* Ovarium (nach Hollard).

sich öffnet. Die Septa stehen genau in radiärer Anordnung und jedes erstreckt sich von der Innenfläche der Körperwand bis zur Wandung des Magens, so dass letzterer dadurch gewissermaassen in seiner Lage erhalten wird. Die Anzahl der Septa ist bei den einzelnen Arten der Polypen eine bestimmte, und richtet sich im Allgemeinen nach demselben Zahlengesetze, welches auch in anderen Organisationsverhältnissen, vorzüglich in der Zahl der Tentakeln ausgesprochen ist. Das obere, resp. vordere Ende der Kammern setzt sich in der Regel in die Höhlungen der Tentakeln fort, so dass diese also gleichfalls mit dem Inhalte der Körperhöhlen sich füllen können, und durch Oeffnungen, die an der Spitze oder an der Basis der Tentakeln vorkommen, wird dann die Regulirung der Flüssigkeitsmenge besorgt*). Die Septa der Leibeshöhle der Actinien sind an ihrem freien, gegen die Centralhöhle gerichteten Rande mit einer Menge dicht unter einander verschlungener Fäden besetzt (Fig. 10. *mf.*), die als »Mesenterialfilamente« bezeichnet werden, und die auch bei den corallenbildenden Polypen ihre nur weniger entwickelten, gleichsam nur einzelne Ausläufer der Scheidewand darstellenden Homologa erkennen lassen, welche auch bei den Vorsprüngen in der Leibeshöhle der Lucernarien in ausgebildeter Weise vorhanden sind**).

Der Magen der Actinien ist noch durch zwei einander gegenüberstehende Furchen ausgezeichnet, die sich auf einer Mesenteriallamelle bis in den hinteren Leibesraum fortsetzen, in ihrem physiologischen Werthe aber nicht sicher zu bestimmen sind***).

*) Diese bei gewissen Actinien-Gattungen vorhandene Einrichtung kann ebensowenig auf eine Analbildung zurückgeführt werden, als die oben erwähnten anderen Oeffnungen, die in das vom Magen ausgehende Höhlensystem hineinführen. Die Bedeutung, welche die Füllung des Gastrovascularapparates für die Schwellung und das Ausstrecken der bei festsitzenden Thieren doppelt wichtigen Tentakelgebilde hat, legt es nahe, dass diese Oeffnungen zur Zu- oder Ableitung von Wasser eine Rolle spielen müssen, während auf der anderen Seite der Umstand, dass feste Nahrungstheile, oder unverdaute Reste derselben nie unter normalen Verhältnissen aus dem Magen in die dahinter gelegenen Hohlräume gelangen, gegen die Analogisirung mit Afteröffnungen spricht.

**) Diese Homologie erscheint in einer viel grösseren Ausdehnung unter den Coelenteraten, wenn man die bei gewissen Larven von Ctenophoren an der Magenwandung entspringenden keulenförmigen Lappen mit in Betracht zieht. Es sind dies Organe, die offenbar mit den im Magengrunde junger Polypen (*Cerianthus* u. a.) vorkommenden kolbigen Fortsätzen übereinstimmen, und die dann von hier aus zu den in den ausgebildeten Polypenthieren vorhandenen Bildungen, den eigentlichen Mesenterialfilamenten hinführen. Ueber die physiologische Bedeutung der Mesenterialfilamente s. bei den Excretionsorganen. — Die im Umfange des Magenstiels der höheren Medusen in vier Büschel gruppirten tentakelartigen Bildungen lassen sich, wie Leuckart zuerst aufstellte, auch in die Reihe dieser Bildungen bringen, während V. Carus die erwähnten contractilen Fäden der Lucernarien jenen parallelisirt.

***) *Cerianthus* besitzt nach J. Haime nur einen solchen Halbcanal, der sich aber durch die ganze Körperlänge bis zu der am hinteren Körperende gelegenen Oeffnung hinerstreckt. Bezüglich der Bedeutung dieser Oeffnung gilt dasselbe, was in der vorletzten Anmerkung gesagt ist.

Die zu Colonien vereinigten Polypen sind nicht allein durch ihre gemeinschaftliche weiche Körpersubstanz, in welche die Individuen eingebettet sind, unter einander in innigem Zusammenhange, sondern es erstreckt sich auch noch durch den ganzen Stock ein oftmals reich verzweigtes Canalsystem, welches mit dem Gastrovascularapparat der einzelnen Thiere sich verbindet, und als eine Fortsetzung des jedem Einzelthiere angehörigen Abschnittes anzusehen ist. Auch bei den verkalkenden Stöcken stehen die einzelnen Theile, so lange sie noch nicht abgestorben sind, durch dies Canalsystem unter einander in Verbindung.

Der Ernährungsapparat der Hydromedusiden zeigt die einfachsten Verhältnisse bei den Hydroiden, bei denen zugleich die Vereinigung der Individuen zu Colonien eine ähnliche Verbindung des Gastrovascularsystems, wie es oben bei den eigentlichen Polypenstöcken erwähnt ward, mit sich führt. Die einfache Verdauungshöhle der Individuen verlängert sich hier nach hinten in einen gerade auslaufenden Canal, der den ganzen Stock durchziehend mit allen am Stocke befindlichen Individuen in Communication steht, so dass, wie bei den Polypen, die von einem oder dem anderen Individuum gebildete Ernährungsflüssigkeit dem ganzen Stocke zu Gute kommt. Nur selten*) setzt sich die verdauende Cavität in die Tentakeln fort, wobei sich eine Annäherung an die höher entwickelten Formen, die Medusen, nicht verkennen lässt. In dieser Ordnung ergeben sich die zahlreichsten Formbeugungen des Gastrovascularsystems, bei aller Uebereinstimmung des allgemeinen Planes mit dem der übrigen Coelenteraten, und es lässt sich etwa nur die centrale, auf der Unterseite der Gallertscheibe befindliche Lagerung der chylusführenden Höhle und das davon stattfindende Ausstrahlen des Hohlraums gegen die Peripherie der Körperscheibe als allgemeines Verhalten aufstellen.

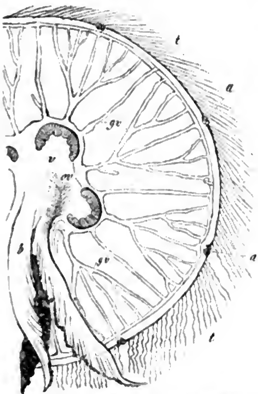
Die Mundöffnung**) ist in der Regel von tentakelartigen Bildungen umgeben, oder wird von einer bestimmten Anzahl zipfelförmiger Lappen umfasst, die immer von Nesselorganen strotzen. Bei den höheren Medusen wird der Mund von einer voluminösen Verlängerung der Unterseite der Scheibe getragen, die stielartig gestaltet in eine wechselnde Anzahl von krausenartig berandeten Armen (Fig. 11. *b.*) zertheilt wird. Die Mundöffnung führt meistens direct in die Magenhöhle und nur bei wenigen ist noch ein zwischenliegender Abschnitt als Oesophagus unterscheidbar, und ebenso geht auch bei vielen Medusen, namentlich den

*) Es ist dies bei *Hydra* und *Corymorpha* der Fall. *Hydra* besitzt noch am hinteren Leibesende einen Porus.

**) Ohne eigentliche Mundöffnung ist die Gattung *Rhizostoma*, bei der die Arme, welche in verwandten Gattungen den Mund umstehen, mit Fortsätzen der Leibeshöhle versehen sind, die sich in ihnen verästeln und besonders an den unteren Enden ein der Oberfläche nahe liegendes Netzwerk bilden; daselbst sollen sie zugleich nach aussen sich öffnen, so dass das Thier mit zahlreichen feinen Mundöffnungen versehen sei.

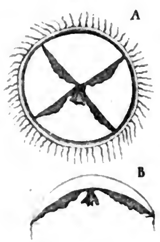
höheren, die Magenhöhle direct in die mit ihr verbundenen Hohlräume

Fig. 11.



über, ohne dass ein von einem Sphincter umgebener Abschnitt dazwischen liegt. Dasselbe ist auch bei den A e q u o-r e i d e n und A e g i n i d e n der Fall, wo der mit weiter Mundöffnung versehene Magen einen grossen Theil der Unterfläche des Körpers einnimmt. Die übrigen Familien lassen den Magen als einen kürzeren oder längeren, immer frei von der Unterseite der Scheibe herabhängenden und oft mit ausserordentlicher Contractilität versehenen Schlauch erkennen, der in seinem Grunde stets durch einen engeren unverschliessbaren Theil in das Vascularsystem übergeht*). Die dieses darstellenden Fortsätze der verdauenden Höhle sind entweder Canäle oder taschenartige Ausstülpungen, beide zunächst der Unterfläche der Scheibe in radiärer Richtung verlaufend. Die Canalbildungen zeigen nicht selten Verästelungen, meist in regelmässiger Form, und vereinigen sich am

Fig. 12.



Schirmrande in einen Ringcanal. Die Zahl der Radiärcanäle ist für die einzelnen Arten eine bestimmte, und kann zuweilen beträchtlich vermehrt sein (A e q u o r e i d e n). Die sackartigen Ausstülpungen, welche in einzelnen Familien die Canäle vertreten, reichen gleichfalls bis zum Scheibenrande und zeigen zuweilen durch ihre Combination mit Canalbildungen, oder durch ihr Alterniren mit solchen, wie wir in beiden Erscheinungen dieselbe Grundform zu erkennen haben. Das ganze System von Hohlräumen, welcherlei Art sie auch sein mögen, lässt in seinen Wandungen Flimmerepithel sehr verbreitet erkennen, und setzt sich auch noch in

Fig. 11. *Medusa aurita*, zur Hälfte, von der Unterseite gesehen. *a*. Randkörper. *t*. Randtentakeln. *b*. Mundarme. *v*. Magenhöhle. *gv*. Canäle des Gastrovascularsystems, die sich gegen den Rand hin verzweigen und in einen Ringcanal zusammenfliessen. *ov*. Ovarien.

Fig. 12. Eine *T h a u m a n t i a s A*. von der Unterfläche, *B*. auf dem Durchschnitte gesehen. In der Mitte des Körpers befindet sich der Magen, von dem die Radiärcanäle zum Ringcanale ausstrahlen.

*) Hinsichtlich der Magenbildung reihen sich also A e q u o r e i d e n und A e g i n i d e n unmittelbar an die A c r a s p e d a, indem die Magenhöhle hier nie vom Canal-

manche Anhangsorgane, wie z. B. in die Tentakeln, fort. Auch in die sogenannten Randkörper entsenden die Taschen der höheren Medusen einen geschlossen endenden Fortsatz. Die Angabe von Oeffnungen an einzelnen Stellen der Peripherie hat sich bis jetzt noch nicht bestätigen lassen, vielmehr gehen alle neueren Beobachtungen dahin, den Apparat als einen geschlossenen zu betrachten, der nur durch die Mundöffnung mit dem umgebenden Medium communicirt.

Die Ernährungsorgane der Siphonophorenstöcke werden durch besondere Individuen dargestellt, welche man früher als Saugröhren u. s. w. bezeichnete, bis ihre wahre Bedeutung erkannt worden ist. Sie erscheinen als cylindrische, mit starken Muskelwänden versehene Röhren, die einer beträchtlichen Beweglichkeit und Ausdehnung fähig sind, und am meisten mit der Magenröhre einer Meduse übereinstimmen *).

Die Ctenophoren vereinigen hinsichtlich der Anordnung des Ernährungsapparates mehrere sowohl bei Anthozoen als Hydromedusiden vorkommende Einrichtungen. Ein häufig von einem breiten beweglichen Lappenpaar umgebener Mund führt in einen muskulösen Magen, der, in der Längsachse des Körpers gelagert, mit weiter Oeffnung in den eine Leibeshöhle repräsentirenden Hohlraum ausmündet. Fast immer ist der Magen von zwei Seiten her comprimirt und deutet so die bilaterale Symmetrie an, welche auch sonst am Körper der Rippenquallen aus dem Radiärtypus sich hervorbildet. Die Grössenverhältnisse des Magens zum Körper sind bei den Ctenophoren sehr verschieden.

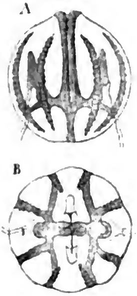
Die Cavität, in welche der Magen sich öffnet, verlängert sich zum unteren Pole des Körpers, wo sie 1 bis 2 Oeffnungen besitzt, die hinsichtlich ihres physiologischen Werthes ganz ähnlich wie die bei den Actinien vorkommenden Poren angesehen werden müssen, also als blosse Regulatoren der im Gastrovascularapparate enthaltenen Flüssigkeitsmenge. Von dieser meist als »Trichter« bezeichneten Cavität aus, dicht hinter dem Pylorus, gehen 2 bis 4 radiäre Canäle ab, die sich wieder verzweigen und zu den Reihen der Schwimmplättchen treten, woselbst sie in Längscanäle, welche genau unter jenen Reihen verlaufen, sich fortsetzen. Die Cydippiden lassen diese Radiärcanäle oben und unten geschlossen erscheinen, so dass sie den Kammern der Leibeshöhle der

system geschieden ist, während Thaumantiaden, Oceaniden und Geryoniden eine solche Scheidung in oben erwähnter Form aufweisen. Bei den letzteren wird der relativ kleine Magen von einem rüsselartigen beweglichen Stiele getragen, der durch eine Verlängerung der Unterfläche der Scheibe gebildet wird.

*) Diese ernährenden Individuen sind gewöhnlich am ganzen Stocke gleich gebildet. Eine Ausnahme davon machen die Velelliden, bei denen in der Mitte des scheibenförmigen Stockes ein grosser, weiter Magen sitzt, der kreisförmig von den kleinen umgeben wird.

Actinien am meisten zu vergleichen sind. Auch gegen den vorderen Körperpol zu setzt sich die Höhle fort, und umgibt hier den Magen auf seinen beiden flachen Seiten; bei den Calymniden (*Mnemia*, *Euramphaea*) gehen zwei Paare dieser Rippencanäle auf die breiten Mundschirme über und vereinigen sich dort, die anderen treten in einen Kreiscanal ein, der um den Mund verläuft und das Analogon des Randcanals der Medusen darstellt.

Fig. 13.



Das Canalsystem, welches mit jenem der Medusen und der Anthozoen homolog erscheint, hat hier noch eine höhere Entwickelungsstufe, durch die — von Agassiz beobachtete — alternirende Contraction der beiden symmetrischen Hälften, wodurch die Ernährungsflüssigkeit bald der einen bald der andern Seiten überwiegend zuströmt. Es darf nicht verkannt werden, wie hierin die ersten Anfänge einer geregelten Circulation sich offenbaren, die also selbst da schon auftritt, wo noch keine anatomische Trennung besonderer Organe vorhanden ist.

Von drüsigen Anhangsgebilden des Verdauungsapparates ist keines bei den Coelenteraten differenzirt; und nur die Analogie mit dem Erscheinen des gallenbereitenden Apparates bei höheren Organismen lässt auf das Vorhandensein eines solchen schliessen, und legt es nahe denselben in roth, braun oder gelb gefärbten, die verdauende Höhle auskleidenden Epithelzellen repräsentirt zu sehen. Diese Zellen sitzen in Längsreihen angeordnet auf faltenförmigen Vorsprüngen bei den Actinien, bilden einen gleichmässigen Ueberzug bei den Hydroiden, hier sogar noch in das gesammte Canalsystem sich erstreckend. Unter den Medusen sind es namentlich die Oceaniden, welche ebenfalls mit längsgereihten Drüsenzellen im Magen versehen sind. Am genauesten jedoch sind diese Verhältnisse bei den Ernährungs-Individuen der Siphonophorenstöcke beobachtet, welche in dem hinteren verdauenden Abschnitte mit sechs rothen Längswülsten versehen sind. Ausserdem finden sich noch haufenweise gruppirte farblose Zellen, in denen eine sich in die Magenhöhle ergiessende Flüssigkeit ausgeschieden wird.

b) Von den Kreislaufsorganen.

Solche fehlen als gesonderte, für sich bestehende Apparate den Coelenteraten vollständig, und an ihre Stelle tritt eine Reihe anderer Einrichtungen, welche die Combination mannichfacher Verrichtungen aufweisen. Die Vertheilung der Ernährungsflüssigkeit im Körper, selbst an dessen, von der eigentlich verdauenden Cavität entfernteste Theile besorgt nämlich der oben bei den Verdauungsorganen schon be-

Fig. 13. Ansicht des Gastrovascularapparates einer Cydippe. *A.* Von der Seite, die Mundöffnung nach oben gewendet. *B.* Vom Mundpole aus.

schriebene Gasrtovascularapparat, in dessen Aussackungen und Verzweigungen jene Flüssigkeit aus dem Magen eintritt und hier theils durch die Contractionen des Körpers (Polypen, Ctenophoren, Siphonophoren), theils durch das an den Wänden der Canäle und Taschen verbreitete Flimmerepithel in beständiger Bewegung erhalten wird. Eine besondere Bedeutung für diesen Umlauf und steten Wechsel der ernährenden Flüssigkeit hat das mannichfaltige Spiel der Tentakeln, die bei jeder Contraction einen Strom des in ihnen enthaltenen Fluidums in die Hauptabtheilung des Gastrovascularsystems ergiessen, und dadurch eine energische Fortbewegung der gesammten Flüssigkeitsmenge bewirken, sowie sie auch dasselbe durch Aufnahme eines Quantums bei der Extension hervorrufen. Von besonderem Belange ist dies bei denjenigen Coelenteraten, bei denen nicht der ganze Körper contractil ist (Medusen), während bei den übrigen schon durch das Contractionsvermögen des Körpers für den Umlauf der Säfte Bedeutendes geleistet werden muss. Am meisten ausgebildet kommt dieser Umlauf durch rythmische Contractionen bei den Ctenophoren zu Stande, bei welchen die Wandungen des Canalsystems sich alternirend nach den Körperhälften contrahiren und expandiren, und so ein wechselndes Herüber- und Hinüberströmen der Ernährungsflüssigkeit bewirken.

Alle diese Einrichtungen kommen in Summa einem formell zwar noch unvollkommenen, aber materiell und seinem physiologischen Werthe nach doch schon ausgebildeten Kreislaufe gleich, der in der Verbindung seiner Organe mit jenen der Verdauung die enge physiologische Verwandtschaft beurkundet, die zwischen beiden besteht*).

Die Ernährungsflüssigkeit selbst repräsentirt, nach der oben beim Verdauungsapparat gegebenen Darstellung, nicht sowohl das Blut der höheren Thiere, sondern vielmehr der Chymus, der aber ohne weitere Veränderung aus dem Magen in die damit verbundenen Hohlräume tritt, und nur durch eine Beimengung von Wasser verdünnt wird. Die festen Substanzen, die häufig dieser wasserklaren oder leicht gelblich gefärbten Flüssigkeit beigemischt sind, sind häufig Reste der verdauten Stoffe, häufig auch zellige, aus dem Organismus stammende Elemente der mannichfaltigsten Art, und zumeist auf abgelöste Epithelgebilde oder Zellen aus dem gallebereitenden Magenbelege zurückführbar.

---

*) Was früher (von Milne-Edwards, Will u. A.) als ein in dem Körper gewisser Polypen (Alcyonien, Alcyonidien, Actinien) und Ctenophoren verbreitetes Blutgefässsystem beschrieben wurde, ist entweder zum Gastrovascularapparate gehörig, wie z. B. das bei den coloniebildenden Polypen im gemeinsamen Stocke vorkommende Canalnetz, theils sind es (bei Ctenophoren) sternförmig unter einander verbundene Zellen, welche die glashelle Grundsubstanz durchsetzen und nicht einmal zum Gastrovascularapparate in Beziehung stehen, geschweige denn ein besonderes Gefässsystem bilden.

c) Von den Athmungsorganen.

Die Athmung wird entweder einfach durch den Contact der Körperoberfläche mit dem umgebenden Medium vermittelt, wobei die Vergrösserung der Oberfläche durch die Tentakelbildung nicht wenig in Betracht kommt, oder sie wird durch die in der ganzen Abtheilung sehr ausgebildet vorkommende Wasserbeimischung zur Ernährungsflüssigkeit bewerkstelligt, und ist somit eine Art innerer Respiration. Diese Einrichtung ist ohne Zweifel die wichtigere, indem durch sie nicht allein die Ernährungsflüssigkeit in directe Wechselbeziehung zum zu respirirenden Medium tritt, sondern das letztere auch noch in die verschiedenen inneren Körpertheile selbst eingeführt wird. Auch hier sind die cilienbesetzten Wandungen, sowie überhaupt all' das, was bei der Circulation gesagt ward, von Wichtigkeit.

d) Von den Excretionsorganen.

Solche sind bei den Coelenteraten nur in höchst beschränkter Weise bekannt, und da wo sie vorkommen ist ihr morphologischer Werth noch wenig gesichert. Als Organe, die zur Abscheidung gewisser für die Oekonomie des thierischen Organismus unbrauchbarer Stoffe dienen, werden von Einigen die Mesenterialfilamente der Actinien angesehen. In diesen Gebilden sind nämlich häufig feste, concrementartige Abscheidungen zu beobachten, die namentlich gegen das Ende des Fadens zu sich anhäufen. Die Qualität dieser Ausscheidungen lässt sie, soweit dies bis jetzt ermittelt ist, als wahrscheinlich der Harnsecretion höherer Thiere analog ansehen *).

Den Hydromedusien und Ctenophoren scheinen besondere Excretionsorgane abzugehen, und ganz vereinzelt steht in dieser Hinsicht *Porpita*, wo in dem scheibenförmigen Stamme der Colonie ein weissliches, spongiösgebildetes Organ, ein Excretionsorgan vorstellend, nachgewiesen ward **).

§. 15.

Organe der Fortpflanzung.

Die Fortpflanzung der Coelenteraten zeigt ungeachtet zahlreicher, auf ungeschlechtlichem Wege vor sich gehender Erscheinungen dennoch in durchgreifendem Verhalten das Bestehen der geschlechtlichen Vermehrung, welche vielfach mit der ungeschlechtlichen sich verflechtend eine Reihe der verwickeltsten Phänomene hervorruft.

---

*) V. Carus gibt an, in denselben Guanin gefunden zu haben (System d. thier. Morphologie 1853. p. 148).

**) Nach den Angaben Kölliker's (Schwimmpolypen von Messina 1853. p. 63) soll hier gleichfalls Guanin vorhanden sein.

Ausgebreitet ist die Vermehrung durch Theilung, vorzüglich bei den sogenannten Corallenthieren. Die in die Fläche sich ausdehnenden Stöcke dieser Polypen sind grösstentheils durch Längstheilungen der Individuen hervorgegangen, und indem solche Theilungen nicht eine vollständige Trennung der Individuen zum Endresultat haben, entstehen die wunderbaren Colonien der Maeandrinen, die aus einer Anzahl auch noch mit den inneren Organen zusammenhängender Individuen gebildet sind *). Mit der Theilung combinirt sich häufig bei denselben stockbildenden Polypen die Sprossenbildung, die ebenso häufig auch für sich allein vorkommt und namentlich dendritisch gebaute Colonien (Oculiniden, Madreporen u. a.) hervorruft. Ausgangspunct der Sprossenbildung ist das in den verbindenden Weichtheilen des gemeinschaftlichen Stockes sich verzweigende Canalsystem. Nicht minder wichtig ist die Rolle, welche die Sprossenbildung in der Vermehrungsgeschichte der Hydroidenstöcke und Siphonophorencolonien spielt, ja selbst noch in den Medusen finden sich mehrere Gruppen, bei denen diese Fortpflanzungsweise noch vorkommt, nur mit dem Unterschiede, dass hier die Sprösslinge nicht mit der Mutter verbunden bleiben wie bei den erstgenannten, sondern zu freien Thieren werden wie die sprossenbildende Mutter. So sehen wir also jene aus einer geringen Organdifferenzirung entspringenden Formen der Vermehrung in reicher Weise über die ganze Coelenteratengruppe sich entfalten, und finden dem entsprechend diejenigen Organe, die einer geschlechtlichen Fortpflanzung dienen, auf niederer Entwickelungsstufe stehend.

Die Geschlechtsproducte, Samen oder Eier, entstehen nämlich an gewissen Stellen des Körpers, welche nur in wenig distincter Weise räumlich von benachbarten Theilen abgegränzt sind, und die nur mit der Entstehung jener Producte sich bemerklich machen, so dass sie bei den meisten Coelenteraten nur während der geschlechtlichen Entwicklungsperiode als solche unterscheidbar sind. Da ferner alle besondern Apparate zur Ausleitung der gebildeten Zeugungsstoffe, sowie accessorische Organe, wie Drüsen u. s. w. vollständig abgehen, so ist nicht zu verkennen, dass wir in diesen Verhältnissen jene Stufe der organologischen Differenzirung vor uns haben, die in der blossen Localisirung der Function besteht.

Meist sind die Geschlechter auf verschiedene Individuen vertheilt, ja bei den zu Colonien vereinigten Formen sind sogar auch die Stöcke häufig getrennten Geschlechtes, wie Hydroiden und manche Polypen und Siphonophoren.

Die Geschlechtsorgane stehen überall in enger Beziehung zum Gastrovascularapparate, indem sie stets in den denselben begränzenden Wan-

---

*) Auch bei den Medusen (bei *Stomobrachium mirabile*) ist eine Theilung beobachtet worden. Vergl. Kölliker in der Zeitschr. f. wiss. Zoologie 1853. p. 325.

dungen angebracht sind, oder, wenn wir die Organbildung in der niedersten Form auffassen, können wir auch aussprechen, »dass die Geschlechtsorgane der Coelenteraten aus der Erzeugung von Geschlechtsproducten an gewissen Stellen der Wände des Gastrovascularapparates hervorgehen.« Häufig entleeren sich diese Producte durch die jenem Organsysteme angehörigen Hohlräume nach aussen, so dass diesem dann ausser den schon früher zugesprochenen mannichfachen Bedeutungen für die Ernährung auch noch eine für die Fortpflanzung zukömmt, und zwar eine solche, die wir in den höher organisirten Thieren immer besonderen Organen übertragen sehen.

Die Verschiedenheiten der Bildung der Geschlechtsorgane lassen sich nach den einzelnen Classen folgenderweise darstellen:

Bei den Polypen, welche fast durchgängig getrennten Geschlechtes sind*), entwickeln sich die respectiven Organe immer in der Wandung eines der Leibeshöhle zugekehrten Körpertheiles, so dass Eier oder Samen durch den Magen nach aussen gelangen. Es sind dann entweder die der Leibeshöhle zugekehrten Magenwände, oder die von hier ausgehenden Septa die Keimstätten der Geschlechtsproducte, wie bei den Actinien (Fig. 10. *ov*), wo letztere in reifem Zustande traubenförmige oder bandartige Hervorragungen bilden, oder es functioniren die hinter dem Magengrunde auslaufenden Enden der Septa, von denen aus dann Hoden oder Ovarien in die Körperhöhle einragen, wie dies bei den stockbildenden Polypen der Fall ist**). Bei den Lucernarien endlich erscheinen die Geschlechtsproducte in acht in die Leibeshöhle vorspringende Längswülste gereiht, die, weil sie eine Strecke weit mit den sogenannten Mesenterialfilamenten besetzt sind, auf die Septa der übrigen Polypen zurückgeführt werden können. Es ergibt sich somit, dass überall da, wo eine geringe Entfaltung der Septa vorliegt, und wo eben dadurch auch eine geringere Ausbildung der zwischen Magen und Körperwand liegenden Abschnitte der Leibeshöhle bedingt wird, die Geschlechtsproducte sich dem geräumigen Abschnitte der Leibeshöhle zugekehrt entwickeln, und dafür treffen denn immer die freien Ränder der Septa ***).

*) *Cerianthus* macht hiervon eine Ausnahme, indem beiderlei Producte in Einem Stroma entstehen.

**) Mit der eben geschilderten Anordnung lässt sich ein durch Kölliker bei *Alcyonidium* beobachtetes Verhalten schwer in Einklang bringen, indem hier die Geschlechtsproducte in besonderen, der fleischigen Substanz des Stockes eingelagerten Säcken entstehen sollen, so dass sie also zu den Individuen der Colonie keine concreten Beziehungen besässen (vergl. Beiträge zur näheren Kenntniss der Geschlechtsverhältnisse und Samenflüssigkeit wirbelloser Thiere, 1843). Da aber auch der gemeinsame Stock von Fortsätzen des Gastrovascularsystems durchzogen ist, so werden jene Bildungen wohl ebenso mit diesem Apparate verbunden sein, wie sonst überall bei den Coelenteraten, und dadurch wird die anscheinende Discordanz zum grossen Theile wieder aufgehoben. —

Die oben im Texte angezogenen Verhältnisse beziehen sich auf *Tubipora*, *Alcyonium*, *Veretillum* u. a.

***) Nach neuen Untersuchungen können sich auch bei den Actinien die Ge-

Die Geschlechtsorgane der Hydromedusiden unterscheiden sich von denen der vorigen Classe im Allgemeinen durch fast durchgehend über das Niveau der übrigen Körperoberfläche hervortretende Entfaltung, was eben durch die grössere Oberflächenbildung an diesen Thieren bedingt ist. Die Abschnitte des Gastrovascularsystemes, in deren Wandungen die Geschlechtsproducte entstehen, können sehr verschieden sein, und es ist kaum ein Theil, vom Magen an bis zu den davon entferntesten Stellen, der nicht bei dieser oder jener Form in die Bildung von Keimstätten für Samen oder Eier einginge. Streng durchgeführt ist die Trennung der Geschlechter. Unter den niederen Medusen (Craspedota) zeigt sich die einfachste Bildung bei den Aeginiden und Geryoniden, wo die taschenförmigen oder canalartigen Hohlräume, die entweder direct vom Magen ausgehen, wie bei den ersteren, oder doch mit ihm verbunden sind, wie bei den letzteren, bald als Ovarien, bald als Hoden functioniren, indem die respectiven Producte in der Innenfläche genannter Hohlräume entwickelt und durch den ferneren Verlauf des Gastrovascularapparates, schliesslich durch den Mund entleert werden. Bei den Oceaniden sind es ausschliesslich die Aussenflächen der Magenwände, die zu Geschlechtsdrüsen sich umbilden, deren Producte dann durch Berstung nach aussen gelangen. Bedeutsam ist zu gleicher Zeit, dass die hier localisirte Productivität an geschlechtlich noch nicht vollkommen entwickelten Thieren sich häufig durch Knospenbildungen äussert, so dass die spätern Keimstätten von Samenmasse oder von Eiern sich auch in directerer Weise an der Vermehrung der Individuen, somit der Erhaltung der Art betheiligen kann. Aequoreiden und Thaumantiaden lassen die Geschlechtsorgane als Ausstülpungen der radiären Canäle erscheinen, und es sind diese bald nur auf einen kurzen dem Magen näher oder entfernter liegenden Abschnitt beschränkt, bald über die Gesammtlänge der Canäle ausgedehnt, und ragen dann meist gefaltet in die Concavität des Schirmes ein.

Als eben solche Aussackungen der Höhlen des Gastrovascularsystemes treten die Geschlechtsorgane auch bei den höheren Medusen (Acraspeda) auf, und zwar zumeist als 4 oder 8 halbmondförmig gebogene und rosettenartig auf der Unterseite des Schirmes um den Magenstiel gruppirte Krausen, die häufig in besondere Vertiefungen der Gallertscheibe eingesenkt sind. Männliche und weibliche Organe sind auch hier meist nur durch Untersuchung ihrer Producte unterscheidbar*), oder es liefert die häufig lebhaftere Färbung der Ovarien (durch die Farbe der Eier bedingt) äusserliche Unterschiedsmerkmale. Der Zusammenhang des Inneren dieser Geschlechtskrausen mit dem Ernährungsapparate ist überall

schlechtsorgane an gleichen Stellen wie bei den übrigen Polypen, nämlich an dem unteren gegen den offenen Magengrund gerichteten freien Rande der Scheidewände befinden. (Vergl. Hollard in *Ann. d. sc. natur. Sér. 3. Tom. XV.*)

*) Vergl. uber diese Verhältnisse bei *Medusa aurita* v. Siebold, Beiträge zur Naturgesch. der wirbellos. Thiere. Danzig 1839.

nachweisbar, daher aber auch ihre Deutung als Aussackungen der letzteren, und endlich ihre vollkommene Homologie mit den Organen der niederen Medusen ausser allem Zweifel*).

Die Morphologie der Geschlechtswerkzeuge der Siphonophoren erweist sich vorläufig, abgesehen von dem hier mit auftretenden Polymorphismus, ganz in Uebereinstimmung mit den von gewissen Medusen (den Oceaniden) angegebenen Verhältnissen, d. h. die geschlechtlichen Individuen dieser Thierstöcke, oder die diesen homologen aber hinsichtlich der übrigen Organausbildung nicht zu vollständiger Entwicklung kommenden Gebilde erzeugen im Allgemeinen ihre Geschlechtsproducte in der Wandung eines dem Magen der Medusen analogen Hohlraumes, der mit der allgemeinen Leibeshöhle der Colonie in Verbindung steht. Je nach der grösseren oder geringeren Entwickelung der Medusengestalt dieser geschlechtlichen Individuen ist das erwähnte Verhalten in ebenso verschiedenem Grade deutlich, und es lassen sich von der allmählichen Bildung der einem Magen anfänglich nur analogen Höhle bis zur völligen Entwickelung derselben zum wirklichen Magen eines vollkommen frei werdenden Medusenindividuums (Sprösslinge der Velellen) alle Uebergangsstufen sowohl im Laufe der Entwickelung eines vollkommenen Individuums, als bei einer Reihe von Siphonophoren auch im persistirenden Zustande erkennen.

In ganz gleicher Weise sind auch die sogenannten Geschlechtsorgane der Hydroiden aufzufassen, doch muss für diese wie für die nähere Ausführung der Geschlechtsverhältnisse der Siphonophoren auf den diesem Abschnitte beigefügten Anhang verwiesen werden. —

Die Verbindung der Geschlechtsorgane mit dem vom Magen ausgehenden Canalsysteme, sowie die Periodicität in der Bildung der Organe, durch jene der Zeugungsstoffe bedingt, ist endlich bei den Ctenophoren am deutlichsten ausgesprochen, und wenn je die verwandtschaftlichen Beziehungen der Ctenophoren zu der Coelenteratengruppe verkannt werden sollten, so sind es nächst der Bildung ihrer Leibeshöhle die eben angezogenen Verhältnisse, die am energischsten dagegen protestiren. Von den unter den Schwimmplättchenreihen längsverlaufenden Canälen entwickeln sich zu gewissen Zeiten blindsackartige Ausstülpungen gegen das Körperparenchym, und zwar so, dass sie als unregelmässige Buchtungen beide Seiten eines Canals besetzt halten und somit an jedem der letzteren zwei Längsreihen formiren. In diesen Ausstülpungen bilden sich Eier oder Samenmassen, je nach den Seiten alternirend. Die eine Seite eines Canals ist demnach mit Eifollikeln, die andere mit samen-

*) Die Entleerung der Ovarien und Hoden erfolgt durch Dehiscenz der äusseren Membranen, so dass die Zeugungsproducte sogleich ins umgebende Medium gelangen können. Eine Ausnahme davon, resp. eine Annäherung an die bei der zuerst erwähnten Medusengruppe bestehenden Verhältnisse bildet die Entleerung der Ovarien durch das Gastrovascularsystem bei *Nausithoe albida*. (Vergl. meine Abhandl.: Versuch eines Systems der Medusen in Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. VIII.)

erzeugenden Ausbuchtungen besetzt. Die Zwitterbildung der Ctenophoren erstreckt sich somit selbst auf die einzelnen Abschnitte des peripherischen Canalsystems, welches dann, sowie die damit verbundene Magencavität zur Ausleitung der Zeugungsstoffe dient *).

Anhang.

Morphologie und Geschlechtsverhältniss der Hydroiden und Siphonophoren.

Seit längerer Zeit **) schon kennt man an den Stöcken der Hydroiden eigenthümliche Sprossengebilde, welche bald direct am Stamme, bald an dem Leibe eines Einzelthieres hervorsprossen, und von

Fig. 14.

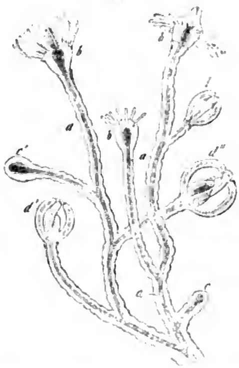


Fig. 15.

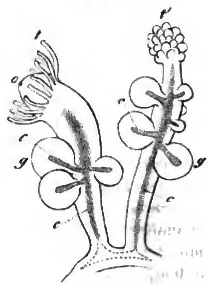


Fig. 14. Colonie von *Eudendrium ramosum*. *a*. verzweigter Stock der Colonie. *b*. einzelne Individuen. *c*. junge Knospe. *c'* etwas ältere Knospe. *d*. junge Medusengemme. *d'*, *d''* ältere Medusengemme.

Fig. 15. Stock von *Hydractinia lactea* mit 2 Individuen. *c*. die auch in die Geschlechtsknospen *g. g.* sich fortsetzende allgemeine Leibeshöhle. *o*. Mundöffnung eines Thieres. *t*. Tentakel, den Mund im Kreise umstehend. *t'* verkümmerte Tentakeln.

---

*) Vergl. vorzüglich Will, *Horae tergestinae*, und Kölliker, Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. IV. S. 325.

Wie es sich mit den von E. Forbes bei *Beroe Cucumis* (*Report of the 19th Meeting of the Brit. Assoc. etc.* 1849) an der Basis der Schwimmplättchen gesehenen Eiersäckchen verhält, und ob diese ebenso, wie es nach Will's Beobachtungen oben dargestellt ward, mit dem Gastrovascularapparate verbunden sind, muss vorläufig dahingestellt bleiben.

**) Der erste genauere Beobachter war Cavolini (*op. s. cit.*).

letzteren, mit denen sie in dem ersten Auftreten übereinstimmen, nach und nach wesentlich verschieden sich verhalten. Da in diesen Knospen entweder sehr bald oder erst nach Verlauf einiger Zeit Eier oder Samen entstehen, und man sogar die Eier zu jungen Thieren, wiederum zu Hydroiden, sich entwickeln sah, so hielt man diese Sprossen für Geschlechtsorgane, für Hoden oder Ovarien, je nachdem das eine oder andere Product in ihnen gebildet ward.

Eine genauere Analyse dieser angeblichen Geschlechtsorgane, sowie eine grössere Ausdehnung der Forschung leitete jedoch zu einem andern Resultate hin. Es ergab sich, dass diese Knospenbildungen, gleichviel an welchem Theile des Hydroidenstockes sie hervorsprossen, bei den einzelnen Gattungen und Arten sehr verschiedene Organisationsverhältnisse darbieten, die, der Reihe nach einzeln in's Auge gefasst, sich in Folgendem darstellen lassen:

Die entstehende Knospe zeigt sich immer als eine Wucherung des Hydroidenkörpers und stellt im einfachsten Falle eine rundliche Hervorragung vor, in derem Inneren, scharf von der Hülle abgegränzt, Samen oder Eier entstehen (Fig. 16. *A*). *Coryne*, *Hydractinia* u. a. liefern hiefür Beispiele *).

Weiterhin sehen wir, wie sich bei andern Bildungen auch die Leibeshöhle betheiligt, indem von ihr aus ein Fortsatz in die sich bildende Knospe hineinwächst und in derselben geschlossen endet (Fig. 15. *g*. Fig. 16. *B*. *c*). Die Geschlechtsproducte entstehen hier entweder vor dem Fortsatze der Leibeshöhle, wenn derselbe die Knospe nicht völlig durchsetzt, oder sie bilden sich um ihn herum, wenn er sich mehr nach vorne erstreckt. *Hydractinia*, *Eudendrium racemosum*, *Tubularia coronata* u. a. können hiefür angeführt werden (Fig. 16. *C*. *D*).

Auf einer Stufe weiter finden wir dann Knospen, welche in zwei Theile geschieden sind (Fig. 16. *E*. *F*.), einen inneren und einen äusseren; der innere, kolbenartig gestaltet, umschliesst die Geschlechtsproducte, der äussere, von vorne und seitlich oft durch einen breiten Raum vom vorhergehenden geschieden, besitzt eine Glockenform und ist am vordern Rande sogar häufig noch mit tentakelartigen Bildungen (Fig. 16. *J*. *M*) ausgestattet, am Rande der Knospe gehen beide Theile in einander über (Fig. 16. *E*. *M*).

Endlich fehlen auch solche Knospenbildungen nicht, bei denen nicht allein die allgemeinen äusseren Formverhältnisse wie bei der vorerwähnten Art sind, sondern auch noch eine gewisse Zahl von Canälen von dem den Stiel der Knospe durchsetzenden Hohlraume (Fig. 16. *A* — *M*. *a*) aus in die äussere Umhüllung, den glockenförmigen Mantel sich hineinbegeben (Fig. 16. *E*. *H*. *J*. *K*. *L*. *a''*) und sogar am Rande des letzteren durch einen Radiärcanal mit einander verbunden sind. So z. B. bei *Campanularia*

**) Auch *Hydra* darf hieher gezählt werden, denn der Umstand, dass die Eier besondere Schalen besitzen, beweist nichts dagegen. Es ist dies eine specielle Einrichtung, die nur der Gattung angehört. —

Fig. 16.

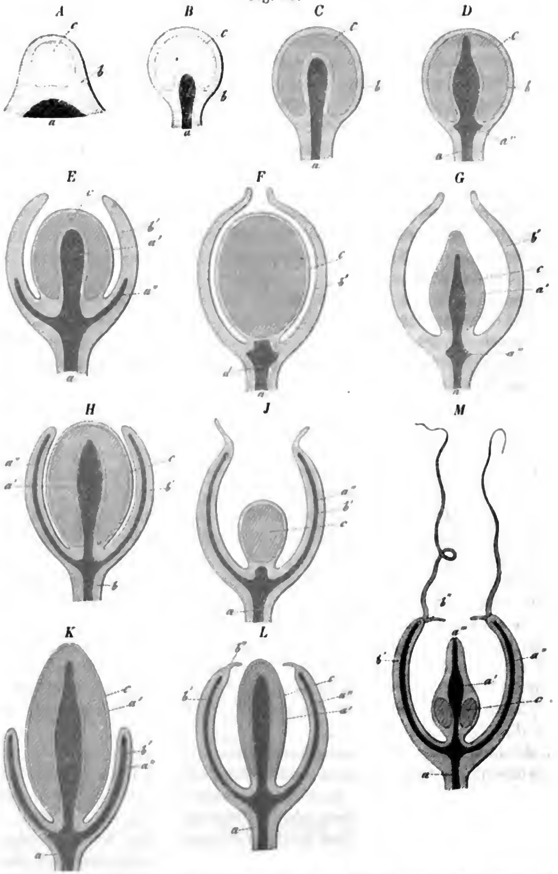


Fig. 16. *A—M.* Schematische Darstellung der Morphologie der »Geschlechtsorgane« bei Hydroiden und Siphonophoren (Durchschnittsbilder).

a. Allgemeine Leibeshöhle mit ihren Verlängerungen in die Knospengebilde. *a'* Fortsetzung der Leibeshöhle in einen der Magenhöhle einer Meduse analogen Hohlraum. *a''* seitliche Verlängerung der Leibeshöhle, die Radiärcanäle darstellend.

geniculata. — Offenbar trägt hier die Geschlechtsknospe die Form einer Meduse, eine Form, die noch deutlicher bei andern Hydroidgemmen ausgesprochen ist, und die sich sogar noch dahin potenzirt, dass eine Randmembran (Fig. 16. *L. b''*) sich bildet und der glockenförmige Mantel Contractionen vollführt. Auch ablösen kann sich die Knospe und, wenn auch nur auf einige Zeit, ein selbständiges Leben führen, welches jedoch bei dem Mangel von Nahrungsaufnahme seine Gränze bald gefunden hat. In allen diesen Fällen entwickelt sich im Inneren der Knospe um den in das kolbenartige Gebilde sich hineinerstreckenden Axencanal (vergl. Fig. 16. *E. G. H. K. L. a'*) eine Form der Zeugungsstoffe (*c*), Samenmassen oder Eier, nach denen man die ganzen Knospen bald als Hoden, bald als Ovarien der Hydroidenstöcke angesprochen hat.

Auch eine ungleiche Ausbildung der einzelnen eben erwähnten Theile bei den verschiedenen Knospenformationen ist zu berücksichtigen, indem durch solche oftmals die Erkenntniss des allgemeinen Planes erschwert wird. So kann der »Mantel« der Knospe sehr entwickelt sein (Fig. 16. *F. J*), während der davon umschlossene Kolben den mittleren Axencanal entbehrt. Oder es ist letzterer bei entwickeltem Mantel vorhanden (Fig. 16. *G*) und es fehlen die Radiärcanäle. Endlich kann der mittlere Kolben zu beträchtlicher Grösse herangebildet sein und der umschliessende Mantel bleibt rudimentär (Fig. 16. *K*). Zwischen diese mannichfachen Formen hat die Natur alle Uebergänge gelegt. —

Bei einer andern Reihe von Hydroiden sind keine Sprösslinge zu beobachten, die Samen oder Eier erzeugten, sondern es bilden sich Knospen, welche sich direct, jedoch alle die Stufen durchlaufend, die vorhin als bleibende Formen geschildert wurden, zu Medusen gestalten (Fig. 14. *d. d' d''*), und zwar, wie hier besonders hervorgehoben werden muss, zu solchen Medusen, von denen die Forschung gezeigt hat, dass ihre Eier sich nicht wieder zu gleichartigen Wesen, sondern zu Polypen entwickeln, genau zu denselben, von der die Meduse entstammt ist*).

b. Integument der Knospe bei *E—M*, durch Duplicaturbildung einen verschiedengradig entwickelten »Mantel« als Aequivalent des Schirmes einer Meduse hervorgehen lassend, *b'*, und in den vervollkommneten Bildungen (*L. M*) noch in eine besondere die Oeffnung des Mantels verengende Ringmembran *b''*, übergehend. *c.* Geschlechtsorgan.

*) Vergl. Krohn in Müllers Archiv 1853: »Ueber die Brut des *Cladonema radiatum* und deren Entwicklung zum *Stauridium*.« Daselbst ist zum erstenmale der vollständige Entwicklungscyclus nachgewiesen. — Von den Eiern der medusiformen Gemmen der *Campanularia geniculata* hatte schon früher Lovén deren Umwandlung in Polypen gezeigt (Archiv f. Naturgesch. 1837). Die Entwicklung von Eiern zweier Medusen zu festsitzenden Polypen wurde von mir in meiner Schrift: Beiträge zur Lehre vom Generationswechsel 1854 bekannt gemacht. —

Die Medusen, welche dieser Erscheinung unterworfen sind, begränzen sich, soweit bis jetzt bekannt, innerhalb einer an verschiedenartigen Formen sehr reichen Familie: jener der Oceaniden. Es findet sich in dieser Familie auch das merk-

Zwischen diesen und den vorletzt aufgezählten Fällen liegt somit nur der Unterschied, dass bei jenen die medusiformen Gemmen noch während ihrer Verbindung mit dem Stocke Geschlechtsproducte entwickeln, während bei diesen die Gemmen erst nach ihrer Ablösung vom Stocke, nachdem sie zum selbständigen Thiere geworden, ihre Geschlechtsproducte erzeugen.

Es sind noch zwei Sätze, deren Begründung im Detail hier nicht thunlich ist, mit grösster Schärfe auszusprechen. Nämlich erstens: dass alle Hydroidenstöcke, welche sogenannte Geschlechtsgemmen erzeugen, niemals Medusen hervorsprossen lassen, sowie auch umgekehrt die letztere Erscheinung die erste völlig ausschliesst; zweitens: dass alle in den Geschlechtsgemmen der Hydroiden entstehenden Eier sich zu Hydroiden gestalten, sowie alle Eier solcher Medusen, die an Hydroidenstöcken durch Sprossung entstanden sind, sich ebenfalls zu Hydroiden entwickeln.

Hierauf gründet sich der Schluss, dass die sogenannten Geschlechtsorgane der Hydroiden die physiologischen Aequivalente der Medusen sind.

Dass aber diese sogenannten Geschlechtsorgane auch die morphologischen Aequivalente, mit einem Worte die Homologa der Medusen vorstellen, dies beweist ihre Entwicklung und Organisation, welche ebenso viele Stadien der Medusenknospung in permanentem Zustande repräsentirt, als nur irgend möglich kann gedacht werden.

Ein recht treffendes Bild von diesen Verhältnissen erhält man am besten in der Art, wenn man bei dem Modus der Sprossung von Medusen jede einzelne Entwicklungsstufe, von der ersten Erhebung an bis zur vollständigen Individualisirung stehen bleibend und unter blosser Volumszunahme Geschlechtsproducte entwickelnd sich vorstellt. Diese letzteren werden sich dann immer in jenem Theile bilden, welcher dem Magen der vollkommenen Meduse homolog ist.

Die bezüglich dieses Schema vorkommenden Abweichungen bestehen einzig darin, dass einzelne einer Meduse zukommende Theile in der Organisation der Geschlechtsgemme auf Kosten anderer Theile prävaliren, dass z. B. in einem Falle der glockenförmige Mantel deutlich ausgebildet ist, während das Analogon des Magens nur rudimentär erscheint; in einem anderen Falle ist das letztere vorhanden, dagegen der Mantel nur wenig entwickelt oder der Radiärcanäle entbehrend, kurz es ist in dieser Richtung die grösste Entwickelungsbreite möglich, ohne dass aber, wie bei der in Fig. 16 gegebenen schematischen Darstellung erklärt wurde, der ausgesprochene Typus im geringsten dadurch beeinträchtigt wird *).

---

würdige Phänomen, dass bei jungen, noch nicht geschlechtlich entwickelten Thieren auch eine homogone Knospenbildung vorkömmt, indem zumeist am Magen der Meduse wiederum junge Medusen hervorsprossen. —

*) Von den vielen hieher gehörigen Beobachtungen sind vorzüglich jene Van

Die ganze grosse Erscheinungsreihe des Generationswechsels unter diesen Thieren gliedert sich somit in eine Anzahl von in einander übergehenden Entwickelungsstufen einer zweiten Generation, deren niedrigste Formen durch ihre stete Verbindung mit dem ammenden Thiere (dem Hydroidenstocke) characterisirt sind, und daher wegen der ihnen abgehenden selbständigen Individualität, streng genommen nur als physiologische und morphologische Aequivalente oder als die Homologa einer zweiten Generation, nicht als eine vollkommen zweite Generation angesehen werden können.

Was aber einem Individuum gleichbedeutend ist, das kann nicht wohl absolut als einem Organe, d. h. dem Theile eines Individuums gleich erachtet werden, und daraus erklärt sich, dass alle diese Formen von Geschlechtsgemmen nicht als blosse Geschlechtsorgane aufzufassen sind.

Bezüglich des Vorkommens dieser Geschlechtsgemmen ist zu bemerken, dass sie sowohl einzeln als in Gruppen vereinigt an den verschiedenen Theilen einer Hydroiden-Colonie hervorsprossen. Bei den, mit einem festen Röhrengehäuse versehenen Stöcken ist die Geschlechtsgemme gleichfalls zumeist mit einer festen kapselartigen Hülle versehen; so z. B. bei *Campanularia, Sertularia.* Ist die Gemmation der unvollkommenen zweiten Generation auf den Körper eines Individuums der Hydroiden-Colonie localisirt, so zeigt sich häufig ein Degeneriren des ammenden Individuums in der Art, dass es seine Selbständigkeit zum Theile aufgibt, und namentlich die Verrichtung der Nahrungsaufnahme aufhören lässt. Solche rückgebildete proliferirende Individuen finden sich besonders an Stöcken von *Syncoryna, Hydractinia* u. s. w. (bei den Tubularien dagegen wird durch die Sprossenbildung keine Function des Individuums beeinträchtigt) *). In gewissen Fällen wird durch diese Erscheinung eine Complication verursacht, nämlich dann, wenn, wie bei manchen Campanularien (*C. geniculata*) und bei allen Sertularien, das rückgebildete Hydroiden-Individuum sammt den an und aus seinem Körper entwickelten Knospengebilden von einer gemeinsamen festen Kapsel umschlossen wird, welche in ihren Umrissen ganz mit den bei andern Arten vorkommenden Kapseln, die nur eine einzige Geschlechtsgemme umschliessen, übereinstimmend ist.

Der Inhalt von beiderlei Kapseln verhält sich ganz ebenso, wie dies vorhin bei den nicht in Kapseln umschlossenen, die zweite Generation mehr oder minder vollkommen darstellenden Gemmen geschildert ward.

Beneden's anzuführen: *Mémoires sur les Campanulaires de la côte d'Ostende* 1848 und *Recherches sur l'Embryogénie des Tubulaires* 1844. in den Abhandlungen der Academie zu Brüssel. Es sind aber in diesen Schriften die Thatsachen einer anderen Deutung unterstellt worden.

*) Es ist dies aber auch bei den Hydractinien nicht immer der Fall, denn ich habe *Hydractinia lactea* (Fig. 15) in vollkommener Integrität (die Leibeshöhle sogar mit Nahrung gefüllt), knospenerzeugend beobachtet.

In dem einen Falle entstehen einfache Gemmen, medusiforme Gemmen, oder wirkliche Medusengemmen um den rudimentären eingekapselten Hydroidenleib, in dem andern Falle wird die Kapsel nur von einem einzigen ebenfalls auf verschiedenem Ausbildungsgrade stehenden Geschlechtsindividuum erfüllt. —

Aehnliche Verhältnisse, wie wir sie oben bei den Hydroiden sehen, greifen auch Platz bei den Siphonophoren; die hier auftretende Erscheinung beschränkt sich jedoch nicht einfach auf das Zustandekommen eines Generationswechsels, sondern combinirt sich mit einer andern, von welcher der Generationswechsel der Hydroiden nur als ein Ausfluss betrachtet werden kann.

Eine Siphonophorencolonie zeigt sich zusammengesetzt aus Bildungen mannichfachster Art. An einem gemeinsamen Stocke sehen wir sich vielfach wiederholende Gebilde befestigt, welche ihrer Form mehr oder minder deutlich den Medusentypus aufgeprägt tragen, und welche den verschiedenen, bei irgend einem anderen Thiere den besonderen Organen desselben übertragenen Functionen dienen.

Die vergleichende Forschung lehrt, dass diese verschiedenen Theile einer Colonie (die man früher, jedoch nicht ganz unrichtig, als ein einziges Thierindividuum betrachtete, und dem entsprechend auch ihre Bestandtheile als blosse Organe ansah) nicht allein nach einem und demselben Typus sich entwickeln und auch gebaut sind, sondern dass sie auch alle jene Uebergangsstufen nachweisen lassen, die man — wie bei den Hydroiden — von den einfacheren niedrig organisirten Formen an bis zur ausgebildeten, ja sogar sich ablösenden Meduse verfolgen kann. Das bei den Hydroiden nur auf die Geschlechtsgemmen beschränkte Verhältniss ist hier über alle Theile der Colonie ausgedehnt. Das dieser Erscheinung zu Grunde liegende Princip ist als das der Arbeitstheilung gedeutet worden, welcher zufolge die Einzelthiere nicht nur sich nach einer gewissen Richtung hin entwickeln, die mit ihrer physiologischen Bedeutung im grössten Einklange steht, sondern auch nur gewisse Verrichtungen in ausschliesslicher Weise vollziehen. — Diese Erscheinung wurde von Leuckart, der sie in ausgedehnter Weise in ihrer Verbreitung im Thierreiche erläuterte, als Polymorphismus bezeichnet*). Wir un-

*) Vergl. Leuckart, Ueber den Polymorphismus der Individuen, oder die Erscheinungen der Arbeitstheilung in der Natur. Giessen 1851. —

Die Erklärung der Complication der Siphonophoren aus dem Gesetze der Arbeitstheilung ist zwar vom teleologischen Standpuncte aus genügend, allein es fragt sich, ob dieser Standpunct in der Naturforschung der richtige ist. — Die Arbeitstheilung zeigt im Grunde nur das physiologische Verhältniss der einzelnen Formen zu einander an und nimmt, als ausschliessliches Princip angenommen, zu wenig Rücksicht auf die Unterordnung der zu einem Ganzen verbundenen und von einem Willen beseelten Theile. Der letztere Umstand gestattet uns auch, die Siphonophorenstöcke als physiologische Individuen anzusehen, sowie wir auch einen Baum oder Strauch als Individuen ansehen, wenn auch vielfache morphologische Individuen in ihm aufgehen. V Carus unterscheidet schon biologische und morphologische Individuen.

terscheiden an einem polymorphen Thierstocke, wie die Siphonophoren solchen darstellen, um eine längere oder kürzere, als gemeinschaftlicher Stamm erscheinende Axe (Fig. 17 *a*) gereiht: Individuen, die der Locomotion dienen, die sogenannten Schwimmglocken (*m*), Individuen zur Ernährung, die sogenannten Polypenleiber*), Magen der Colonie (*n*),

Fig. 17.

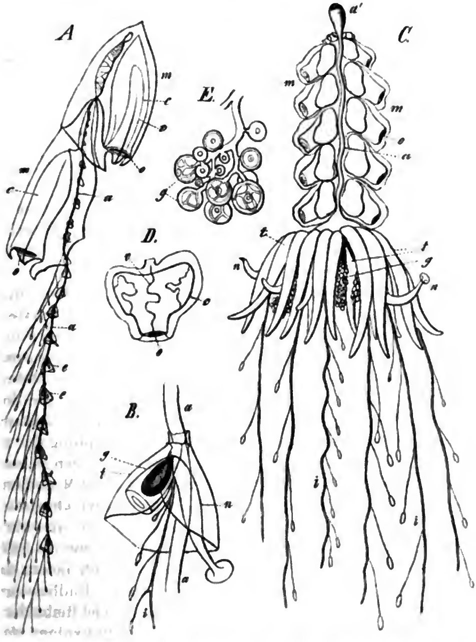


Fig. 17. *A. Diphyes campanulata. B.* Eine Gruppe von Anhangsgebilden vom Stamme derselben *Diphyes*. *C. Physophora hydrostatica. D.* Einzelnes Schwimmstück derselben. *E.* Weibliche Geschlechtstraube von *Agalma Sarsii*. *a*. Stamm oder Achse der Colonie. *a'* Luftblase. *m*. Schwimmstücke. *c*. Höhle in denselben, von einer contractilen Membran ausgekleidet. *v*. Canäle in der Wand der Schwimmstückhöhle. *o*. Oeffnung des Schwimmstücks. *t*. Deckstücke (bei *C* in Taster umgewandelt). *n*. Mägen. *i*. Senkfäden. *g*. Geschlechtsorgane.

*) Da in allen Stöcken die individuellen Bestandtheile einer Siphonophoren-Colonie sich nicht allein höher organisirt zeigen, als die erste Generation der Hy-

tastende Individuen, unausgebildeten Magen ähnlich, die noch nebenbei als Reservoirs für die allgemeine Ernährungsflüssigkeit dienen und bei der Contraction des ganzen Stockes oder einzelner Partieen desselben die aus dem Canalsystem der sich zusammenziehenden Theile rückströmende Flüssigkeit aufnehmen, die Fühler; ferner schuppen- oder blattartig gestaltete, oder auch polyedrisch gebildete Individuen mit vorherrschender Entwicklung der gallertartigen Grundsubstanzen, die Deckstücke (*t*), welche als Schutzorgane über den verschiedenen anderen Theilen angebracht sind; endlich die Geschlechts-Individuen (*g*), an welchen die verschiedenen Entwickelungsstadien des Medusentypus am prägnantesten sich offenbaren, und die mit der zweiten Generation der Hydroiden am vollkommensten übereinstimmend sind. Alle diese polymorphen Gebilde können mit Hinsicht ihrer verschiedenen Functionen für die gemeinsame Colonie als Organe gelten, absolut betrachtet müssen sie jedoch als Individuen angesehen werden, und zwar als Individuen, die nur in einseitiger Ausbildung von dem allgemeinen, ihnen sämmtlich zu Grunde liegenden Bauplane abgewichen, aber dennoch in dem, was von diesem Plane sei es endgültig, sei es nur vorübergehend zur Entwickelung kömmt, ihre morphologische Bedeutung zur Genüge offenbar werden lassen.

Was speciell die Geschlechtsproducte erzeugenden Individuen angeht, so ist auf diese das bei den Hydroiden Angeführte in vollster Weise anwendbar, und es finden sich hier alle jene Gradationen der morphologischen Ausbildung wieder, die mit einer einfachen, nur Zeugungsstoffe einschliessenden Knospe beginnen, und unter allmählicher Betheiligung des im Stocke sich ausbreitenden Gastrovascularapparates, von dem Canäle (den Radiärcanälen der Medusen analog) in die Umhüllung der Knospe hineinwachsen, sowie unter allmählicher Ausbildung der übrigen Attribute des Medusentypus, — nämlich des glockenförmigen Mantels, des Velums oder der Randmembran, und der centralen, dem Magen entsprechenden Höhlung — sich bis zu einer relativ hohen Entwicklungsstufe erheben, auf der angelangt sie vom Stocke sich zu trennen, und kurze Zeit auch ohne Entfaltung von Organen der Nahrungsaufnahme ein selbständiges Leben zu führen im Stande sind. Beispiele hiefür liefern die medusiformen Geschlechtsgemmen der Diphyiden*). Endlich schliesst auch hier bei den Siphonophoren die morphologische Reihe der durch Sprossung am Stocke entstandenen geschlechtlichen Individuen mit vollkommenen Medusen, die in keinem wesentlichen Puncte von den selbständigeren Formen dieser Ordnung unterschieden sind und die, wie

droiden, so dürfte die Bezeichnung »Schwimmpolypen« nicht völlig passend erscheinen. Es sind vielmehr schwimmende Medusenstöcke, was von Leuckart mehrfach begründet worden ist.

*) Die relativ hohe Selbständigkeit der Geschlechtsgemmen der *Diphyes* hat zuerst Sars beobachtet. *Fauna littoralis Norvegiae*. Heft 1. 1846.

auch viele Medusen-Sprösslinge der Hydroiden, erst längere Zeit nach der Ablösung Geschlechtsorgane in sich entwickeln, wofür die Velellen als Beispiele anzuführen sind.

Dritter Abschnitt.

Echinodermata.

---

§. 16.

Im Radiärtypus an die Coelenteraten sich anschliessend, zeigt die Abtheilung der Echinodermen eine Reihe von wichtigen Characteren, welche sie als eine scharf abgegränzte Thiergruppe erscheinen lässt. Der in der Leibeshöhle liegende Darmcanal, der gegen letztere immer abgeschlossen erscheint, scheidet die Echinodermen wesentlich von den Coelenteraten, sowie die Verkalkung der die Leibeshöhle umschliessenden Körperhülle (*Perisom*), im Zusammenhalte mit der radiären meist nach der Fünfzahl geordneten Körperanlage gegen die höher stehenden Thierabtheilungen eine sichere Gränzmarke abgibt.

Eine der wesentlichsten Eigenthümlichkeiten ist aber das Vorhandensein eines mit der Aussenwelt direct oder indirect in Verbindung stehenden Canalsystems, welches regelmässig im Körper sich vertheilend mit einer Reihe nach aussen vortretender und nach aussen hin auch immer geschlossener Anhänge, den sogenannten Saugfüsschen, communicirt, und dieselben durch von aussen aufgenommenes Wasser zu schwellen im Stande ist. Diese Anhangsgebilde sind immer vom Munde aus in radiärer Richtung über den Körper vertheilt, und die Reihen derselben werden wegen ihrer Beziehungen zur Locomotion der Thiere als Ambulacra bezeichnet.

Der Mund bezeichnet die Bauchfläche des Thieres, die gegenüberstehende entspricht dem Rücken. Nach der Ausdehnung der Ambulacra, die stets den Hauptradien des Körpers folgen, zerfällt die Körperoberfläche in eine ambulacrale und antiambulacrale, welche eine relativ sehr verschiedene Grösse besitzen können. Wenn man von einer idealen Grundform des Echinoderms, welches dann eine Kugelform vorstellen würde, ausgeht, so lassen sich alle Echinodermenformen hieraus entwickeln, je nach der Ausdehnung, welche man den Ambulacren zutheilt.

Es zerfällt die Classe der Echinodermen in folgende Ordnungen und Familien.

Uebersicht der Classen der Echinodermen.

1. Crinoidea.
   Pentacrinus, Comatula.
2. Asteroidea.
   a) Ophiurida.
      Astrophyton.
      Ophioderma, Ophiolepis, Ophiothrix, Ophiocoma.
   b) Asterida.
      Asteracanthion, Solaster, Asteriscus, Astrogonium, Astropecten, Luidia.
3. Echinoidea.
   a) Echinida.
      Echinus, Cidaris, Echinometra.
   b) Clypeastrida.
      Clypeaster, Laganum, Scutella, Galerites.
   c) Spatangida.
      Spatangus, Dysaster.
4. Holothurioidea.
   a) Holothurida.
      Holothuria, Pentacta.
   b) Synaptida.
      Synapta, Chirodota.

Literatur.

Tiedemann, Anatomie der Röhrenholothurie, des pomeranzenfarbigen Seesternes und Stein-Seeigels. Landshut 1816.

Agassiz, *Monographie d'Echinodermes vivans et fossiles. Neufchatel* 1838 — 42. Davon vorzüglich die letzte Lieferung, enthaltend:

Valentin, *l'Anatomie du genre Echinus.*

Forbes, *a history of british Starfishes. London* 1841.

J. Müller und Troschel, System der Asteriden. Braunschweig 1842.

J. Müller, Ueber den Bau des *Pentacrinus caput medusae.* Abhdlg. der Berlin. Acad. 1843.

Quatrefages, Anatomie der *Synapta Duvernaea* in *Ann. d. sc. nat. Sér. II. T.* 17. 1842.

J. Müller, Anatomische Studien über die Echinodermen in dessen Archiv. 1850.

Derselbe, Die Erzeugung von Schnecken in Holothurien. Berlin 1852.

Derselbe, Ueber den Bau der Echinodermen; in Abhandl. der Berl. Acad. 1853. Wichtigste Schrift über Echinodermen vorzüglich mit Berücksichtigung ihrer Morphologie. (Auch im Auszug in Müller's Archiv 1853.)

§. 17.

Körperbedeckung und Bewegungsorgane.

a) Vom Integumente und dem Hautscelet.

Die Echinodermen sind vor allen übrigen Thierclassen durch eine besondere Bildung ihrer Körperintegumente ausgezeichnet, indem bei allen durch eine Ablagerung von Kalk die Beweglichkeit der Körperhülle mehr oder minder beeinträchtigt ist. So findet man das Perisom bald nur von einzelnen, eine mannichfaltige, zumeist aber äusserst re-

gelmässige Gestalt darbietenden Kalkkörperchen durchsetzt, und dadurch die Beweglichkeit des Körpers entweder gar nicht oder nur in geringem Grade gemindert, bald sind die einzelnen Kalkkörperchen zu grösseren Platten vereinigt, die wieder durch Weichtheile mit einander verbunden sind, und so noch Formveränderungen der Körperumrisse zulassen, ja es können sogar die einzelnen Kalkstücke durch Gelenkbildung vereinigt sein, woraus eine noch grössere Beweglichkeit der betreffenden Theile resultirt. Endlich liefert die Verbindung der Kalkplattenstücke durch Nähte dem Körper eine völlig feste Umhüllung und lässt Schalenbildungen hervorgehen, welche als äusseres, in seinen einzelnen Theilen unbewegliches Scelet die höchste Vollkommenheit zeigen und nur zum Durchtritte einzelner Organe mit Oeffnungen versehen sind.

Wenn auch diese Bildung eines Hautscelets oder überhaupt die Kalkablagerung in die Körperhülle oder das Perisom als typisch für die Echinodermen angesehen werden muss, so dass wir jene Formen, in denen der höchste Grad dieser Sceletbildung erreicht ist, als den Echinodermen-Typus in dieser Hinsicht am vollkommensten darstellend betrachten müssen, so darf doch nicht verkannt werden, dass vorzüglich dadurch, dass jene Echinodermen, in denen die Verkalkung des Perisoms am geringsten entwickelt ist (Holothurien nnd Synapten), sich auch durch eine Anzahl anderer Organisationsverhältnisse einer höheren Thierabtheilung (den Würmern) annähern, gerade in der vollständigen Verkalkung des Perisoms ein relativ niederer Typus ausgedrückt ist*). —

Die verkalkten Stellen des Perisoms sind äusserlich oder auch innerlich noch von einer besonderen, freilich oft sehr dünnen, weichen Hautschicht überzogen, sowie auch alle Theile des festen Hautscelets noch im organischen Zusammenhange mit dem Integumente stehen, und stets von einem reichen Maschenwerke zierlicher Canäle durchzogen sind. An vielen Stellen des weichen Körperüberzugs kommt daher auch Wimperung vor, und die sogenannten *Semitae* der Spatangen sind durch breite oder schmälere bewimperte Strassen dargestellt, die zum Munde führen. Es kann aber auch die weiche Schicht sich leicht ablösen, so dass dann die verkalkten Theile zu Tage kommen, wie dies z. B. an den Stacheln der Seeigel geschieht. Obgleich ein specielleres Eingehen auf die mannichfaltige Bildung des Hautscelets ins Gebiet der Zoologie gehört, so muss doch das Verhalten dieser Theile in den einzelnen Echinodermengruppen auch hier erwähnt werden.

Ein vollständig unbewegliches Hautscelet besitzen die Echiniden, die wir wegen der einfacheren Körperform und der regelmässigeren An-

*) Hierdurch sei jedoch keineswegs gesagt, dass nur hierin die stufenmässige Entfaltung des Echinoderms zu einem höheren Typus erkennbar sei, vielmehr kommt noch eine grosse Reihe anderer Verhältnisse, wie die radiäre Anordnung der Organe, das Festsitzen des Körpers u. s. w. in Betracht, die alle Merkmale der niedern Echinodermenformen vorstellen, und von denen sich jene an der Gränze stehenden Formen zum Theile schon losgelost haben.

ordnung der äusseren Organe zum Ausgangspunct wählen können, um so mehr, als sich der Echinodermcharacter in ihnen am vollständigsten ausspricht. Durch Verkalkung eines Theiles des Integumentes entsteht eine Anzahl von tafelförmigen durch Nähte eng an einander gefügter Plättchen, die äusserlich zusammen noch von einer dünnen, weichen Hautlage überzogen sind. Die Tafeln sind zumeist in Reihen angeordnet, im Ganzen aber je nach den verschiedenen Familien verschieden gruppirt. Wo mit dem Integumente bewegliche Stacheln verbunden sind, treten diese auf höckerförmigen Erhebungen der Kalktäfelchen ein, wobei der Grösse des Stachels entsprechend auch der ihn tragende Höcker entwickelt ist. Jene Tafeln des Hautscelets, welche Saugfüsschen tragen, sind von feinen Oeffnungen durchbohrt, welche die letzteren mit dem sie schwellenden Apparate, dem Wassergefässsysteme, in Verbindnng setzen. Die Vertheilung der Saugfüsschen über die Körperoberfläche ist daher schon am festen Scelete ersichtlich, und indem die durchbohrten Tafeln, die man als Ambulacralplatten bezeichnet, in Reihen angeordnet sind, entstehen Ambulacralreihen (Fig. 18. *a*). Man findet bei den Echiniden fünf Paare dieser Reihen in fünf von dem durch die Afteröffnung (Fig. 18. *x*) bezeichneten Apicalpole an meridianartig gegen den Mundpol verlaufen und durch undurchlöcherte Platten (Interambulacralplatten, die ebenfalls 5 Reihenpaare, die Interambulacralfelder (Fig. 18. *i*) vorstellen, getrennt*). — Bei den in gegenwärtiger Schöpfungs-

Fig. 18.

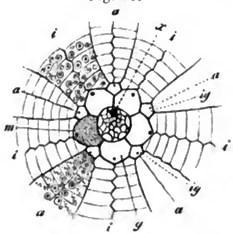


Fig. 18. Apicalpol der Schale eines Echinus mit den oberen Enden der Plattenreihen.

a. Ambulacralfelder. *i*. Interambulacralfelder. *g*. Genitalplatten. *ig*. Intergenitalplatten. *m* Eine als Madreporenplatte erscheinende Genitalplatte. *x*. Afteröffnung in dem von den Genitalplatten umgebenen Apicalfelde. — Die Höcker der Platten sind nur auf einem Interambulacralfelde und einem Ambulacralfelde gezeichnet, auf letzterem sind auch die Poren angedeutet, auf den übrigen vieren weggelassen.

*) Bei den unregelmässigen Echinoiden wird fast immer durch die Anordnung der Ambulacralfelder eine bilaterale Symmetrie angedeutet, wobei vier der Ambulacralfelder sich ganz symmetrisch verhalten. Es lassen sich bei den Echinoiden sowohl wie bei allen 5 strahligen Echinodermen die Ambulacralfelder in 2 Gruppen vertheilen, 3 bilden das *Trivium*, die beiden übrigen das *Bivium*, welche aus der Lage des Afters zu erkennen sind. Dieser liegt nämlich in der Regel zwischen den Radien des Biviums, näher oder entfernter dem Munde, oder kann sogar auf den mittlen, unpaaren Radius des *Trivium* hinüberrücken, so dass er also immer in die Theilungsebene fällt, welche man durch den unpaaren Radius des Triviums legt. In der obenstehenden Fig. 18 wurde das *Bivium* durch die beiden nach hinten abwärts gerichteten Ambulacralfelder *aa* dargestellt, das *Trivium* durch die 3 nach vorn oder oben gerichteten, deren mittlerem die Afteröffnung (*x*) genähert ist. —

periode lebenden Echiniden sind die Interambulacralplatten nur in zwei Reihen angeordnet, während fossile Seeigel deren eine viel grössere Zahl, 3, 5 bis 7 nachweisen lassen*). — Bei den Spatangiden und Clypeastriden sind in den Platten des Hautscelets zweierlei Poren vorhanden, grössere und kleinere, oft von unendlicher Feinheit. Die von grösseren Poren durchbohrten Plattenreihen stellen eine fünfblättrige Rosette vor (*Ambulacra petaloidea*), die auf der Rückenfläche der Schale sichtbar ist, und in der Fortsetzung dieser Ambulacralfelder gegen den Mundpol zu als auch in der Mitte der Rosettenfelder (Clypeastriden) sind die feinen Poren angebracht**).

Andere von Oeffnungen durchsetzte Plattenstücke sind die am Apicalpole gelagerten, hier finden wir solche, welche mit einer grössern Oeffnung versehen (Fig. 18. *g*) am Ende der Interambulacralfelder stehen, es sind dies die Genitalplatten, denn die Oeffnung führt zum Geschlechtsapparat; dazwischen liegen noch andere, die man als Intergenitalplatten bezeichnet hat (Fig. 18. *ig*) und deren Oeffnung einen Nerven durchlässt, der zu einem als Sehorgan gedeuteten Pigmentflecke tritt. Auch die sogenannte Madreporenplatte wäre hier anzuführen (Fig. 18. *m*), doch wird von ihr beim Wassergefässsystem noch weiter die Rede sein.

Die Bildung der Kalkplatte um den Mund ist bei den Echiniden eine unvollständige, so dass hier das Integument weicher erscheint und nur einzelne Kalktäfelchen einschliesst.

In den Asteroiden ist das Integument um vieles beweglicher, indem die der Ventralfläche des Thieres zugekehrten, eine längs der Radien des Thieres verlaufende Furche (die Tentakelrinne) umfassenden Kalkstücke durch Gelenke unter einander verbunden sind. Sie stellen je eine Reihe von paarigen Gliedern vor, die unter allmählicher Verjüngung sich vom Munde aus bis zur Spitze der Arme erstreckt. Es sind diese Glieder die Analoga der Ambulacraltafeln der Echinoiden. Die zwischen den einzelnen Gliedern befindlichen Lücken lassen die Saugfüsschen hervortreten und entsprechen somit den Ambulacralporen der Seeigel. Somit ist dieser Theil des Hautscelets, der den Boden der Tentakelrinne bildet, nicht als ein selbständiges inneres Scelet anzusehen, sondern es erscheinen nur diese Theile des Ambulacralfeldes in die Höhlungen des Armes eingestülpt, wodurch eben jene Furchenbildung zu Stande kömmt, in welche noch Weichtheile (Nerven und Ambulacralcanal), die bei den Echinoiden innerhalb des festen Gerüstes liegen, eingebettet sind. In

*) Von grosser Wichtigkeit ist die hier einschlägige Entdeckung Joh. Müllers, dass auch Seeigel existirten, deren schuppenartige Plattenstücke beweglich unter einander verbunden waren. (Abhdlg. der königl. Acad. der Wissensch. in Berlin 1857.)

**) Auf der Ventralfläche einer Abtheilung der Clypeastriden sind es vom Munde auslaufende, sich öfters theilende halbrinnenartige Vertiefungen, in welche die Poren der Ambulacralcanäle sich öffnen, so dass durch sie der ventrale Abschnitt der Ambulacralfelder angedeutet wird.

den Verhältnissen der Ambulacralfelder der Echinoiden und Asteroiden bestehen daher wesentliche Verschiedenheiten, die in der Weise formulirt werden können, dass bei den Seeigeln das die Nerven und Ambulacralcanäle überziehende Perisom verkalkt, während bei den Seesternen die unter dem Ambulacralcanal und Radialnerv vom Perisom abgehenden Fortsätze verkalken (das Gerüste der Ambulacralrinne bildend), indess der diese Rinne und die inliegenden Organe überkleidende Theil des Perisoms in weichem Zustande verbleibt. Manche Echinoiden (z. B. *Cidaris*) liefern dadurch Vermittlungsformen, dass von ihren Ambulacralplatten Fortsätze nach innen gehen und, Nerven wie Ambulacralcanal umfassend, als die wahren Homologa der wirbelartigen Ambulacraltafeln der Asterien sich herausstellen.

Das übrige Integument der Seesterne ist verschiedenartig mit Kalk imprägnirt, bald nur in Form von Körnchen, bald Tafeln oder Schilder darstellend. Kalktafeln schliessen sich in der Regel an den Rand der Tentakelrinne an und stellen einfache oder doppelte Längsreihen vor, welche mit den Ambulacralstücken correspondiren. Auch auf die Rückenfläche setzt sich zuweilen die Täfelung fort, oder es verbinden sich die Kalkdepositionen zu netzartigen Bildungen, in deren Lücken weiches Gewebe eingelagert ist. Tuberkelbildungen in grösserem oder geringerem Maasse sind häufig auf dem Rücken des Integumentes angebracht und können auch in Stachelbildungen übergehen.

Die Integumentbildung der Ophiuren schliesst sich eng an jene der Asterien an, der Rückentheil des Körpers besitzt selten eine ausgedehnte Kalkplattenentwicklung, meist kommen diese hier nur gegen die Basis der Arme hin vor. Kalkeinlagerung in Form von Granulis, selbst Stachelbildungen sind häufig; auch an der Bauchseite sind nur um die Mundspalte und zwischen den Armbasen Täfelungen angebracht, dagegen entfernt sich das feste Gerüste der Arme in manchen Stücken um ein Beträchtliches von jenem der eigentlichen Seesterne.

Jedes Paar der das Innere der Arme beinahe ganz ausfüllenden Ambulacralplatten ist nämlich fest unter sich verbunden, und die äusserste Integumentschicht überkleidet diese Wirbelreihen von der Armbasis an fast vollständig, so dass nur auf der dorsalen Seite ein enger Canal, auf der ventralen Fläche eine Rinne zur Aufnahme des Nerven und des Ambulacralcanals übrig bleibt. Die Leibeshöhle mit ihren Contentis erstreckt sich daher hier nicht in die Arme hinein, wie bei den Asterien. Auch wird die Ambulacralfurche ihrer Länge nach noch von einer Reihe fester Kalkschilder überdeckt, zu denen noch seitliche andere derselben Reihe hinzutreten, und den Seitentheilen der Ambulacralstücke fügen sich endlich noch mancherlei Stachel- und Schuppenbildungen an*).

---

*) Die nordische Gattung *Brisinga* vermittelt in dieser Hinsicht die Abtheilungen der Ophiuren und Seesterne, indem ihre Arme bezüglich des Baues der Ambulacralfurche sich an die der Seesterne, durch den scharfen Absatz gegen die

Auch bei Asteroiden mit dichotomisch getheilten Armen (*Astrophyton*) birgt die lederartige Körperbedeckung eine von ihr ausgehende und wie bei den Ophiuren und Seesternen der ventralen Seite angehörige Sceletbildung, die aus wirbelartigen Kalktäfelchen besteht und vom Munde aus in die Radien sammt deren Theilungen sich fortsetzt. Die Körperscheibe wird auf ihrem Rücken nur von der mit Kalkkörnchen imprägnirten Haut umschlossen, und diese setzt sich auch auf die Radien fort, die auf ihrer ventralen Fläche die Ambulacralfurche aufweisen.

Die Ordnung der Crinoiden lässt in der Bildung des Hautscelets insofern eine noch beträchtlichere Verschiedenheit erkennen, indem allen bis auf *Pentacrinus*, *Comatula* und *Holopus* ausschliesslich frühern Schöpfungsepochen angehörenden Gattungen ein Stiel zukömmt, mit dem diese Thiere am Boden festgeheftet waren. Dieser Stiel fehlt nur der Gattung *Comatula* im völlig entwickelten Zustande, die jungen Individuen sind aber damit ausgestattet und verhalten sich so ganz ähnlich wie die Mehrzahl der fossilen Crinoiden und der lebenden *Pentacrinus*.

Der Stiel entspringt von jener Fläche des kugligen oder kelchförmigen Körpers, welche der Dorsalfläche der Asteroiden analog ist und welche, wie bei den letzteren, der Ambulacren entbehrt, so dass sie bei einem Vergleiche mit den Echinoiden nicht der ganzen Rückenfläche dieser Thiere, sondern nur dem ambulacrenlosen Apicalpole zur Seite gestellt werden darf. Fünfeckige verkalkte Stückchen, die mit ihren platten Flächen durch Bandmasse verbunden sind und sämmtlich von einem centralen Canale durchbohrt werden, setzen den Stiel zusammen. Sie sind hie und da mit seitlich abgehenden, gegliederten feinen Ranken versehen. Solche Ranken sind bei den Comatulen auch an den Körper des Freithieres gerückt und umsitzen jene Stelle, an der es in früheren Stadien an einem Stiel befestigt war. An dem eigentlichen Körper bilden eine Anzahl polygonaler, mit ihren Rändern aneinander gefügter Kalkplättchen eine feste Umhüllung. Fünf derselben, die Basalstücke, vereinigen sich an der Ansatzstelle des Stiels. (Sie fehlen dem der Comatulen, und ihre Stelle vertritt hier ein einfaches rundliches Knopfstück.) Weitere 5 Kalktafeln umgränzen den vordern Theil des Körpers und dienen (als Radialstücke) auch den Armen zu Insertionen. Die Arme sind zu Paaren mittels einiger Zwischenstücke den Radialstücken aufgefügt. Sie werden, wie der Stiel, von kürzeren oder längeren Cylinderabschnitten gebildet, die gleich dem Stiele beweglich unter einander verbunden sind*).

Sowohl auf den durch Dichotomie gebildeten Aesten der Arme (*Pentacrinus*), als auch auf den alternirend an den Armen stehenden seitlichen Zweigen (Pinnulae der *Comatula*) findet sich die Ambulacralfurche,

---

Körperscheibe an die Ophiuren anschliessen (*Fauna littoralis Norvegiae* von Sars, Korén und Danielsen 2. Heft, 1856).

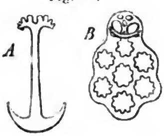
*) 5 Armpaare besitzen *Comatula* und *Pentacrinus*, sowie die meisten fossilen Gattungen. Armlos waren auch die ältesten Echinodermen, die Cystocrinien, nicht. —

welche sich von der Armbasis aus, mit der des Nachbararmes verschmolzen, über die Ventralfläche des Kelches bis zum Munde hin erstreckt. Das alle Scelettheile überziehende weiche Integument trägt hier noch Kalktäfelchen, die auch auf der Ventralseite noch vorhanden sind.

Wenn so bei Echinoiden, Asteroiden und Crinoiden durch die Entfaltung des vom Perisom ausgehenden Scelets, welches in den beiden letzten Abtheilungen durch Ueberlagerung von Seite der Nerven und Ambulacralcanäle sogar theilweise zu einem inneren wird, das Typische der Echinodermenform in fortschreitender Ausprägung sich zeigt, wobei besonders auch die Armentwicklung und die dadurch deutlicher an den Tag tretende Radiärform des Körpers in Betracht kommen muss, so treten diese beiden Verhältnisse, Sceletbildung und Radiärentwickelung, auffallend zurück in der Ordnung der Holothurioiden. Es kann zwar die oft sehr gestreckte Walzengestalt dieser Thiere nicht schwer auf die Kugelform der regelmässigen Echinoiden zurückgeführt werden, wobei der von Tentakeln umstellte Mund dann an derselben Stelle lagert wie der Mund der Echiniden und die Afteröffnung dem Apicalpole entspricht, sowie auch die meridianartig vom Apex zum Mundpole laufenden Ambulacralreihen vieler Holothurien das Uebereinstimmende des Typus anstreben: allein die Entwickelung einer Seitenfläche des Körpers zur Sohle (Bauchfläche) widerspricht der vollkommenen Homologie und bahnt den Uebergang zu einer bilateralen Symmetrie an, die unter den Echiniden nur durch die extrapolare Lage des Afters innerhalb des Biviums der Ambulacralfelder ausgesprochen war. —

Das Hautscelet der Echinodermen wird unter den Holothurien nur durch unzusammenhängende Kalkeinlagerungen in die meist derbe, lederartige Haut repräsentirt. Diese Haut besitzt bei den eigentlichen Seewalzen eine oft beträchtliche Dicke und wird vielfach von den entweder zerstreut stehenden oder in fünf regelmässigen Längsreihen angeordneten Oeffnungen für die Saugfüsschen (Ambulacralreihen darstellend) durchbrochen. Die Kalkeinlagerungen besitzen meist eine regelmässige Form, stellen in der Regel kleine, flache, von Oeffnungen durchbrochene Plättchen dar, die nur selten grössere, feste Schuppen, wie am Rücken der *Cuvieria squamata*, zusammensetzen.

Fig. 19.



Auch ramificirte Concretionen, sowie regelmässige, einem Rade vergleichbare Gebilde, kommen vor (bei *Chirodota*). In der dünnen Hautschicht der Synapten sind die gefensterten Kalkplättchen (Fig. 19. *B*) noch zuweilen mit ankerförmigen über die Körperoberfläche hervorragenden Gebilden ver-

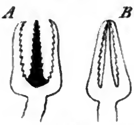
Fig. 19. *A*. Kalkanker und *B*. Kalkplatte, ersterem zur Befestigung dienend, aus der Haut von *Synapta lappa* (nach J. Müller).

sehen (*A*), denen sie als Basis dienen, und durch welche die Haut dieser Thiere eine gewisse Rauhigkeit erhält*).

Mit den Integumenten in inniger Verbindung stehen noch mancherlei Organe, unter denen ausser den später bei dem Wassergefässsysteme näher zu beschreibenden Ambulacralbildungen vor allen die Stachelbildungen anzuführen sind. Während diese bei den Asteroiden nur blosse Fortsätze des Hautscelets darstellen**), somit keiner selbständigen Bewegung fähig sind, erscheinen sie bei den Echinoiden beweglich eingelenkt, und mit einem besonderen Muskelapparat, der von der Stachelbasis an das Scelet inserirt, ausgestattet. Von den feinen lanzettförmigen Stacheln der Spatangen bis zu den kolbenförmigen, colossalen Stacheln oder den langen Spiessen von *Cidaris*, finden sich alle Uebergänge vor. Der Grösse und Entwickelung der Stacheln ist immer die Grösse des Tuberkels entsprechend, auf welche jene eingelenkt sind, so dass man schon von der blossen Kalkschale auf die Entfaltung der Stachelbekleidung schliessen kann.

Andere Hautorgane eigenthümlicher Natur stellen die Pedicellarien vor. Es sind dies durch einen von einem Kalknetze gestützten Stiel mit der Haut verbundene Körper, welche aus 2—3 zangenartig gegen einander sich bewegenden Klappen gebildet sind und als Greiforgane dienen (Fig. 20. *A*. *B*.). Sie finden sich bei den Echiniden und Asteriden, und zwar bei den ersten die dreiklappigen, bei den letzten die zweiklappigen Formen vorwiegend, deren jede wieder je nach der speciellen Beschaffenheit der Klappen in besondere Abtheilungen zerfällt wird. Sie kommen über den ganzen Körper zerstreut vor, finden sich bei den Seesternen besonders um die Basis der Stacheln, bei den Seeigeln vorzüglich reichlich auf der den Mund umgebenden Haut vertheilt***).

Fig. 20.



Eine innere Sceletbildung kommt nur in sehr wenigen Fällen

Fig. 20. Pedicellarien von *Echinus saxatilis*. *A*. Eine Pedicellarie mit offenen Zangenarmen. *B*. Mit geschlossenen Zangenarmen (nach Erdl).

*) Auch in Gruppen beisammenstehende Nesselzellen, die an jene der Coelenteraten sich anschliessen, sind in der Haut von Synapten beobachtet.

**) Häufig ist das Ende eines Stachels mit einem Büschel verkalkter Borsten versehen und bildet so eine Paxilla. Die Verbreitung dieser Gebilde ist am häufigsten auf dem Rücken der Seesterne.

***) Diese Körper, die mehrfach für selbständige parasitische Organismen angesehen wurden, dürfen wohl als modificirte Stachelbildungen anzusehen sein, etwa derart, dass der nicht vollständig verkalkende Stiel der Pedicellarien dem Stiele einer Asteriden-Paxilla entspräche, das auf letzterer befindliche Büschel von Stachelchen aber durch die Branchen der Pedicellarien dargestellt werde, die ähnlich durch Muskeln bewegt werden, wie dies auch bei Echinidenstacheln der Fall ist.

zu Stande, und besteht dann immer aus einer Anzahl fester Stücke, die den Anfangstheil des Darmes umgeben, und in verschiedenem Grade an der Herstellung eines Kauapparates sich betheiligen. Mit einem solchen sind die Echiniden und Clypeastriden versehen, während bei den Holothurioiden das innere Scelet nur als kalkiger Mundring erscheint, der den Körpermuskeln als Insertionsstelle, anderen Organen als Stützpunct dient. Er besteht entweder aus 10 Stücken wie bei den Holothuriden, oder auch 12—15 wie bei den Synapten. Bei den ersteren alterniren fünf grössere Stücke mit ebenso vielen kleineren und sind mehr oder minder beweglich mit ihnen verbunden; und können in ihren einzelnen Stücken auf jene des Mundscelets der Echiniden (vergl. weiter unten) zurückgeführt werden. —

b) Von der Musculatur.

Die Anordnung der Musculatur ist im Wesentlichen von der Entfaltung des Hautscelets abhängig, so dass sie nur da, wo der Körper durch Gelenkverbindungen der einzelnen festen Stücke, wie bei Asteroiden und Crinoiden, oder durch nur unzusammenhängende Kalkablagerungen der Integumente, wie bei den Holothurien, eine Veränderung seiner Form zulässt, zu einem Systeme von Körpermuskeln entwickelt ist.

Den Echinoiden, bei denen das Perisom zu einer festen aus unbeweglich verbundenen Stücken bestehenden »Schale« erstarrt ist, fehlt deshalb eine solche Musculatur, und wir finden hier nur einzelne Muskeln auf der Schale zur Bewegung der Stacheln oder stachelartige Fortsätze, sowie die im Innern des Körpers vorhandenen nur zur Bewegung bestimmter Organe dienen, wie z. B. die Muskeln des Kauapparates der Echiniden.

Bei den Asteroiden und Crinoiden dagegen sind besondere Muskeln zur Bewegung der festen Radienglieder vorhanden, sie sind in der ersten Ordnung in die Zwischenräume der festen Armglieder eingelagert, von einem Gliede zum andern verlaufend; in den Crinoiden, deren Sceletstücke ohne bedeutende Zwischenräume und nur durch elastisches Gewebe verbunden sind, verlaufen kleine Muskeln auf der ambulacralen oder Bauchfläche der Radien und dienen vorzugsweise zur Beugung.

Am meisten ausgebildet ist die Musculatur der Holuthurioiden, denen in der Formveränderung des Körpers eine viel grössere Freiheit gegeben ist, als allen übrigen Echinodermen. Unter der Haut liegt nämlich, dicht mit ihr verbunden, eine Ringmuskelschicht, auf welche noch innen fünf durch verschieden breite Zwischenräume getrennte musculöse Längsbänder folgen, die sich vorne an dem schon oben beschriebenen, um den Mund liegenden festen Kalkring inseriren.

c) Vom Ambulacralsysteme als locomotorischer Apparat.

Während die eben beschriebene Musculatur bei der grösseren Mehrzahl der Echinodermen nur einen relativ geringen Antheil an der Locomotion hat, und nur bei den Holothurien, besonders den fusslosen (wie z. B. den Synapten), eine höhere Bedeutung für die Ortsveränderung dieser Thiere besitzt, so existirt bei nahebei allen Echinodermen noch ein anderer Bewegungsapparat, der in viel höherem Grade als locomotorisches Organsystem fungirt, wenn auch seine ganze morphologische Anlage ihn einer anderen Organreihe, den Athmungsorganen, einreihen lässt; es ist deshalb bei letzteren das Nähere darüber zu finden, und es sollen hier nur die äusserlich hervortretenden Theile berücksichtigt werden.

Es sind dies die Saugfüsschen (Ambulacralfüsschen) cylindrische oder kegelförmige, hohle und mit musculösen Wandungen versehene Fortsätze des Integumentes, die meist in regelmässigen Reihen den oben auseinandergesetzten Ambulacralradiend folgen am Körper vertheilt sind, und durch das mit ihnen in Verbindung stehende Wassergefässsystem geschwellt werden können. Jedes der Ambulacralfüsschen steht mit einer in dem Integumente befindlichen Oeffnung in Verbindung, und wo Verkalkungen des Perisoms vorkommen, werden die Kalkplatten von entsprechenden Poren (Ambulacralporen) durchsetzt.

Da die unter diese Ambulacralgebilde zu rechnenden Organe, d. h. die über die Körperoberfläche sich erhebenden Blindschläuche, deren Lumen mit den Wassergefässen communicirt, sei es durch ihre Lagerung oder durch ihren Bau, nicht alle als Organe der Ortsbewegung gelten können, sondern auch sämmtlich noch andere Verrichtungen, wie z. B. die der Respiration, vermitteln helfen, so ist es passender, die ganze ihnen zu Grunde liegende Einrichtung bei dem Wassergefässsystem, von dem sie einen nicht unwesentlichen Theil ausmachen, auseinanderzusetzen und hier nur der locomotorischen Thätigkeit zu gedenken. Die Füsschen sind entweder cylindrisch, am Ende abgeplattet und hier mit einer saugnapfartigen Bildung ausgestattet, die häufig noch durch innere Kalkplättchen, oder durch eine einzige, aber netzförmig durchbrochene Kalkscheibe gestützt wird; oder sie sind gegen das Ende zu conisch zugespitzt oder abgerundet, zuweilen auch noch mit einer knopfartigen Anschwellung versehen. Auch solche kommen vor, in denen man seitliche Einkerbungen oder Ausbuchtungen wahrnimmt (bei Ophiuren), und diese bilden dann den Uebergang zu jenen Formen der Ambulacralgebilde, die nicht mehr locomotorisch sind, sondern als Ambulacralkiemen oder auch als Ambulacraltaster (fühlerartige Bildungen) erscheinen.

Durch die Anfüllung mit Wasser von Innen aus gerathen die Füsschen in den Zustand der Schwellung und werden in Folge dessen erigirt, so dass sie sich mehr oder minder weit ausstrecken. Ihre Ausdehnung richtet sich nach der Länge der starren Integumentanhänge, deshalb sind

längsten Saugfüsschen bei den langstacheligen Seeigeln anzutreffen. Beim Strecken heftet sich das Ende fest, und das Füsschen vermag nun, sich contrahirend, den Körper des Thieres nach der Anheftungsstelle hin fortzuziehen, eine Art der Ortsbewegung, die namentlich bei Seeigeln oft ziemlich behend ausgeführt wird. Es betheiligt sich bei der Bewegung immer eine ganze Gruppe von Füsschen, durch deren Zusammenwirken eine gewisse Energie ermöglicht wird. — Echinoiden, Asteroiden, Crinoiden und die meisten der Holothurioiden sind mit solchen Saugfüsschen versehen; fusslos sind nur die Synapten, bei denen die Einzelnen (*Synapta Duvernaea*) zukommenden Saugnäpfe der Tentakeln vielleicht eine locomotorische Bedeutung besitzen. —

Bei jenen Echinodermen, deren Radien zu Armen entwickelt sind (Ophiuren, Euryaliden, Comatulen) kann durch die Bewegung derselben gleichfalls eine Locomotion des Körpers zu Stande kommen, doch sind als Hauptfactoren hier immer noch die Saugfüsschen anzusehen — Der wurmähnlich gestaltete Körper der Synapten vermag durch die Thätigkeit der Hautmusculatur wurmartige Bewegungen auszuführen.

§. 18.

Organe der Empfindung.

a) Vom Nervensysteme.

Das Nervensystem der Echinodermen wird in seinen Haupttheilen aus einer Anzahl — meist 5 — im Verlaufe der Radien liegender Stämme dargestellt, die um den Schlund durch Commissuren unter einander verbunden sind. Jeder einem Ambulacrum entsprechende und mit den Ambulacralgefässen verlaufende Nervenstamm theilt sich in der Nähe des Mundes in zwei dünne Hälften, die im stumpfen Winkel nach beiden Seiten gehen und mit den ihnen vom nächsten Nervenstamme entgegenkommenden Strängen verschmelzen*). Der auf diese Weise zu Stande kommende Schlundring, der in der Regel eine pentagonale Gestalt besitzt, wird also bloss aus Commissuren gebildet, und die centralen Theile sind in den Nervenstämmen zu suchen, welche auch in der Mitte ihres Verlaufes — bei den Seeigeln — am stärksten sind und nach beiden Enden hin abnehmen. Von Joh. Müller sind diese Stämme treffend als »Ambulacralgehirne« bezeichnet worden**).

*) Die Nerven der Echinodermen sind häufig durch Pigmente ausgezeichnet, und erscheinen orange oder violett. Vergl. über das Nervensystem der Echinodermen vorzüglich Krohn, Müller's Archiv 1841.

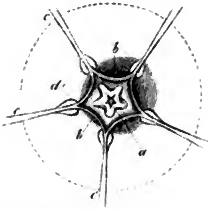
**) Auch die histiologischen Verhältnisse stimmen mit dieser Deutung vollkommen überein, denn M. Schultze hat einer mündlichen Mittheilung zufolge in den Ambulacralstämmen reiche Ganglienzellenmassen, in den Commissuren nur faserige Elemente beobachtet.

Es ist somit der Nervenring um den Mund der Echinodermen keinesfalls dem Schlundringe der Würmer, Arthropoden und Mollusken an die Seite zu setzen, da bei diesen immer Centralorgane — Ganglien — in seine Bildung eingehen, und dadurch einen viel höheren Grad der Centralisirung der Organe ausdrücken.

Von den Nervenstämmen entspringen jederseits zahlreiche Zweige, die vorzüglich für die verschiedenartigen Ambulacralgebilde bestimmt sind. Bei den Crinoiden und Asteroiden liegen die Nervenstämme ausserhalb des Ambulacralscelets der Arme, und zwar bei den ersteren unter der von Weichtheilen gebildeten und nur von Kalkplättchen gestützten Ambulacralrinne, wo sie am Ursprunge jeder Pinnula eine kleine Anschwellung zeigen. Von den Bauchschildern der Arme verdeckt verlaufen die Nervenstämme der Ophiuren, während sie bei den eigentlichen Seesternen in der nur von Weichtheilen ausgekleideten Ambulacralrinne eingebettet sind. —

Das Nervenpentagon der Echiniden ist bei der mit einem Kauapparate versehenen Gruppe, dem letzten eng angelagert. So liegt es bei *Echinus* über dem Boden der Mundhöhle, zwischen dem Oesophagus und den Spitzen der Stücke des Kauapparates, und wird durch fünf Bandpaare in dieser Lage befestigt. Die Nervenstämme begeben sich von den Ecken des Pentagons in die Zwischenräume der Pyramidenstücke, und verlaufen von hier aus über die Mundhaut hinweg zu den Ambulacralfeldern. In der Mitte ihres Verlaufes zeigen sie eine starke Verbreiterung, und sind zugleich durch eine Medianfurche in zwei Seitenhälften getheilt. Die von den Hauptstämmen abgehenden Seitenäste entsprechen in ihrem Verlaufe den Aesten der Ambulacralgefässe. Die Anordnung des Nervensystems der Spatangen ist eine ähnliche, doch bildet der Mundring ein ungleichschenkliges Pentagon.

Fig. 21.



Der kreisförmige Mundring der Holothurien liegt dicht vor dem Knochenkranze, und wird nach vorne von der Mundhaut begränzt. Da er stärker ist als jeder der aus ihm hervorkommenden fünf Nervenstämme, also verschieden von den anderen Echinodermen, so mag ihm wohl eher die Bedeutung eines Centralorganes zukommen und auch hierin eine Annäherung an die Thiere mit ganglionärem Schlundringe zu erkennen sein. Die abgehenden Nervenstämme treten durch je eine in

Fig. 21. Nervensystem von *Echinus lividus* (nach Krohn), der Kauapparat ist entfernt. *a*. Querdurchschnittener Oesophagus. *b*. die Commissuren der Nervenstämme, einen polygonalen Schlundring darstellend. *c*. Die nach den Radien verlaufenden Nervenstämme (Ambulacralgehirne). *d*. Bänder, welche die Spitzen der Pyramiden des Kauapparates aneinander heften.

den fünf grösseren Knochenstücken befindliche Oeffnung oder Spalte, und verlaufen dann, breiter werdend und eine Medianfurche aufweisend in der Mitte auf deu Längsmuskelstämmen, unter beständiger Abgabe feiner Zweige bis zum Hinterleibsende, wo ihre Breite in der Gegend der Cloake wieder abnimmt. Mit den Längsstämmen entspringen auch vom Nervenringe Zweige für die Tentakeln, die namentlich bei den Synapten durch J. Müller nachgewiesen sind.

b) Von den Sinnesorganen.

Von Sinnesorganen sind ausser den schon oben angeführten, dem Tastsinne vorstehenden Gebilden (den Saugfüsschen, Pedicellarien und den Mundtentakeln) keinerlei als solche bestimmt sich kundgebende Bildungen vorhanden. Von Gehörwerkzeugen ist noch keine Andeutung aufgefunden, und selbst die als Sehorgane betrachteten, an bestimmten Körperstellen der Seeigel, Seesterne und Synapten vorkommenden rothen Pigmentflecke sind wegen des Mangels lichtbrechender Medien noch problematisch.

Diese Pigmentflecke sind bei den Asteroiden an der Spitze jedes Armes angebracht und zu ihnen tritt der Ausläufer des betreffenden Nervenstammes. Bei den Seeigeln liegen sie auf fünf besonderen, zwischen den Genitalplatten auf dem Apex eingeschalteten Plattenstücken (den Intergenitalplatten J. Müller's, Ocellarplatten nach Agassiz) und werden ebenfalls von Nervenfädchen versorgt, welche hier die betreffende Platte durchbohren. Endlich sind auch bei den Synapten Augenflecke aufgefunden, die in der Nähe des Mundes zwischen den Tentakeln angebracht sind *).

§. 19.

Organe der Ernährung.

a) Von den Verdauungsorganen.

Wenn auch die allgemeine Bildung des Darmcanals der Echinodermen sich vielfach von dem radiären Typus der Classe beherrscht zeigt, so gibt sich doch in dem stets vorhandenen Gegensatze, der zwischen Darmcanal und Leibeshöhle besteht, eine beträchtliche Verschie-

*) Es muss natürlicher Weise dahingestellt bleiben, inwiefern diese Pigmenthäufchen Augen sind oder nicht, allein von Belang bleibt immer, dass Nerven zu ihnen treten und dass sie stets an solchen Körpertheilen angebracht sind, die dem Lichte sich zuwenden (die Armenden der Asterien sind bekanntlich immer mehr oder minder nach oben umgebogen, so dass die dort befindlichen *Ocelli* dem Lichte zugekehrt sind). Wenn nun auch die Entstehung eines Bildes unmöglich ist, so ist doch die Perception des Lichtes im Allgemeinen durch alle Umstände sehr wahrscheinlich, und wir können demzufolge die *Ocelli* der Echinodermen als niederste Augenbildungen ansehen, wenn wir in der Zusammensetzung eines Auges einen lichtbrechenden Körper nicht als nothwendig postuliren. —

denheit von Bildung der functionell ähnlichen Organe der Coelenteraten zu erkennen. Die Mundöffnung ist immer central gelagert; indem von ihrer Peripherie aus die schon oben bei den Integumenten berührten Ambulacralbildungen ausstrahlen. Nicht so verhält sich die Lage des Afters, die nur bei den Asteroiden im Mittelpuncte der Rückenfläche, oder bei Holothurien, an dem, ersterem entsprechenden hinteren Körperende angebracht ist; sonst ist sie dem Munde mehr oder minder genähert. —

Kauorgane, die den Holothurioiden, Crinoiden und den Spatangen fehlen, sind bei den übrigen in mannichfacher Weise gebildet. Bei den Seesternen nämlich functioniren als solche harte, mit dem Perisom zusammenhängende Papillen, die noch weiter bei den Ophiuren ausgebildet sind, wo sie oft in übereinanderliegenden Reihen die gegen die Mundöffnung vorspringenden Winkel des ventralen Perisoms besetzt halten. Es sind also eigentlich nur die modificirten Mundränder, welche hier das Kaugeschäft vollziehen.

Die Clypeastriden und Echiniden sind dagegen mit einem complicirten Kauapparate ausgerüstet. Bei den ersteren besteht er, einfacher gebildet, aus fünf Paar dreieckigen Knochenstückchen, je ein Paar immer mit einander vereinigt, und an der gegen die Mundöffnung gerichteten Spitze mit einem Schmelzzähnchen versehen. Sie sind so gelagert, dass die Zähnchen gegen einander gerichtet sind, und die Mundöffnung zwischen ihnen hindurch geht. Nach demselben Plane erscheint der »Laterne des Aristoteles« benannte Kauapparat der Echiniden gebaut. Die fünf paarig verbundenen zahntragenden Stücke stellen eine fünfseitige, mit der Basis nach oben sehende Pyramide vor, die vom Oesophagus durchzogen wird. An dem unteren zugespitzten Ende dieser Hauptstücke fügt sich ein starkes Schmelzzähnchen an. Die oberen Enden je zweier benachbarten Hauptstücke sind durch Schaltstücke verbunden, auf welchen noch bogenförmige, nach aussen und unten gerichtete Bügelstücke aufliegen*). An diesem also ziemlich complicirten Kauapparate sind die einzelnen Theile noch durch Musculatur und Bänder unter einander verbunden, und besondere dünne Muskeln heften noch die äusseren Enden der Bügel, sowie breite Muskelplatten die obere äussere Kante der Pyramidenstücke an den Rand des Kalksceelets und bewirken durch ihre Thätigkeit die Annäherung der unteren Enden der Zahnstücke, die hier von einander sich entfernen, wenn die von ihnen aus an die Auricularfortsätze der Schale gehenden Muskelbündel thätig sind. —

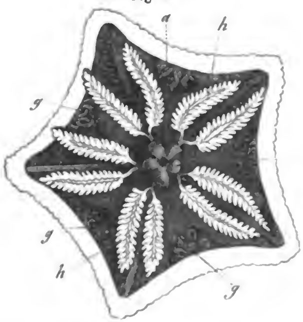
Als morphologisches Analogon dieses Kauapparates, aber keines-

*) Indem jedes der zahntragenden Hauptstücke aus 2 seitlichen dreieckigen Stücken besteht, denen noch zwei Ergänzungsstücke aufliegen, und auch der Bügel aus 2 Theilen, einem äusseren und einem inneren Stücke besteht, wird der ganze Apparat inclusive der 5 Zähne aus 40 Stücken zusammengesetzt. Vergl. hierüber H. Meyer in Müll. Archiv 1849.

wegs mehr dessen Function besitzend, ist der um den Mund der Holothurien gelegene Kalkring anzusehen, der, innerhalb der Integumente, also nicht mehr aus verkalkten Perisomtheilen hervorgegangen, und dem Hautscelete angehörig ist, vielmehr wie das Mundscelet der Echiniden und Clypeastriden eine innere, selbständig vom äusseren bestehende Sceletbildung darstellt.

Der eigentliche Darmcanal besitzt bei allen Echinodermen dünnhäutige Wandungen und stellt am einfachsten gebildet bei den Ophiuren einen weiten seitlich ausgesackten Schlauch vor, der hier nur auf die Höhle der Körperscheibe beschränkt ist und des Afters entbehrt. Bei einer gleichfalls afterlosen Abtheilung von Seesternen (*Astropecten*, *Luidia*, *Ctenodiscus*), ist der Magensack nur durch lange, oft vielfach gefaltete oder gelappte Blindschläuche, die sich zu je zwei in die Arme erstrecken, ausgezeichnet, und nur dadurch von den Ophiuren verschieden. Die übrigen mit einem After versehenen Seesterne besitzen ausser diesen vom Magen ausgehenden Radiärblindschläuchen (Fig. 22. *h*.) noch verschieden gestaltete, sogar verästelte Blindschläuche, die von dem kurzen und engen an den Rücken tretenden Enddarme, den Interradien entsprechend, abgehen, und auch als Interradialschläuche bezeichnet werden. Sie erstrecken sich niemals in die Arme, und sind schon dadurch von den vorigen unterschieden *).

Fig 22.



Bei allen übrigen Echinodermen, mit Ausnahme von einigen Synapten, beschreibt das Darmrohr, ehe es zum After tritt, mehre Windungen, und wird in diesem Falle durch ein Mesenterium an die Körperwände angeheftet. Diese Mesenterialbildung wird bald durch einzelne Fäden bewerkstelligt, die in regelmässigen Absätzen entspringen

Fig. 22. *Asteriscus verruculatus*, von der Rückenseite geöffnet. *a*. After. *i*. Rosettenförmig erweiterter Darm. *h*. Schlauchförmige Radialanhänge des Darms. *g*. Genitaldrüsen.

*) Die Zahl dieser Coeca beschränkt sich bei einigen Seesternen (*Solaster*, *Asteracanthion* u. a.) auf zwei, bei anderen (z. B. *Archaster*) sind deren fünf vorhanden, wovon jeder wieder aus einem Paare sich zusammensetzen kann. — Auch bei den afterlosen Seesternen fehlen die Analoga der Interradialschläuche nicht. Sie werden bei *Astropecten* durch zwei in den Magengrund mündende gekrümmte Blinddärmchen dargestellt.

(Echinoiden), bald wird sie durch eine membranöse Lamelle hergestellt (Holothurioiden), die bei einigen (Synapten) sogar Muskelelemente aufweist. Man kann am gesammten Darmcanale einen engeren Anfangstheil als Munddarm oder Oesophagus, einen darauf folgenden weiteren, der eine sehr verschiedene Länge besitzt, als Magen, und auch einen meist kurzen letzten Abschnitt als Enddarm unterscheiden.

Eine Eigenthümlichkeit empfängt die Form des Darmrohrs bei den Comatulinen, indem hier der um eine in die Leibeshöhle einragende Kalkspindel gewundene Magendarm, von einer an letzterer vorspringenden Leiste eine Strecke weit derart eingestülpt wird, dass sein Lumen in zwei über einander gelegene, jedoch nicht völlig getrennte Abschnitte sich theilt.

Blindsackartige, als Ausstülpungen der Darmwände erscheinende Anhänge sind verschiedenartig vorhanden, und erscheinen am einfachsten in den Ausbuchtungen des Darmrohrs der Echiniden, die erst bei den Clypeastriden (*Laganum*) zu wirklichen Blinddärmen werden, und als solche in die von den Stützpfeilern der Kalkschale abgegränzten Leibeshohlräume hineinragen, indess *Comatula* und die Spatangen nur mit einem einzigen grösseren Blindsacke am Anfangstheile des Darmcanals versehen sind. —

Das Vorkommen eines stark musculösen Pharynx nähert die Bildung des Darmcanals der Holothurien jener der Würmer, und dies wird noch auffälliger bei vielen Synapten, deren musculöser Darmabschnitt eine grössere Ausdehnung besitzt und dabei als Magen fungirt. Der fast gerade verlaufende Darm der letzteren (Synapten und Chirodoten) mündet ohne alle Anhänge am Hinterleibsende nach aussen, dagegen ist das Ende des in eine Doppelschlinge gelegten Darmes der Holothurien (Fig. 24. *i.*) wiederum durch seine Musculatur ausgezeichnet (Fig. 24. *d.*) und erscheint als besonderer, Cloake benannter Abschnitt, in welchen noch zwei oder auch mehre baumartig verästelte Organe einmünden. Vom morphologischen Gesichtspuncte aus müssen diese bisher meist als »Lungen« bezeichneten und als innere Athemorgane angesehenen Organe (Fig. 24. *r.*) mit den Anhängen des Enddarms der Asterien (s. oben) verglichen werden*), mag auch ihre Bedeutung eine andere sein. Sie werden aus zwei Hauptstämmen gebildet, die sich dicht vor ihrer Einmündung in die Cloake vereinen, und durch die ganze Länge der Körperhöhle nach vorn erstrecken, überall von meist zahlreichen und verästelten Blindschläuchen besetzt.

Von ihren Verrichtungen ist nur die sichere Thatsache beobachtet, dass durch die Oeffnungen der Cloake Wasser in sie eingepumpt und dann durch die musculösen Wandungen des Organes wieder ausgestossen wird, eine Eigenschaft, welche auch bei den interradialen Darmanhängen der

*) Joh. Müller vergleicht die analen Blinddärmchen der Asteroiden mit den Cuvierschen Organen der Holothurien (siehe darüber unten).

Seesterne vorzukommen scheint, so dass dadurch die Analogie dieser Organe sich vervollständigt**).

Als specifische den Speicheldrüsen oder dem gallebereitenden Apparat der höheren Thiere an die Seite zu stellende Organe sind bei den Echinodermen nur wenige ermittelt, namentlich gilt dies von Speicheldrüsen, während als Leber vielfach die ganze Innenfläche des Darmcanals functionirt, und derselbe zu diesem Behufe, wie auch bei vielen Würmern, mit einer gefärbten Zellenschicht ausgekleidet sich darstellt.

Am bestimmtesten dürften noch die blinddarmartigen Anhänge des Magens der Seesterne als gallebereitende Organe anzusehen sein (Fig. 22. *h.*), indem sie häufig mit secundären deutlich als drüsige Gebilde erscheinenden Blinddärmchen besetzt sind, und auch die einfacheren Formen eine gelbbraune oder gelblich gefärbte Drüsenschicht nachweisen lassen.

b) Von den Kreislaufsorganen.

Die oft und lange stattgefundene Verwechslung der hier einschläglichen Canäle mit den Bahnen eines anderen Apparates, nämlich des Wassergefässsystems, verursacht durch die Zartheit der Wandungen beider Systeme, hat eine vollständige Erkenntniss bis jetzt unmöglich gemacht, und die einzig genauen Ermittelungen reihen sich vielfach an die Tiedeman'schen Untersuchungen an Seesternen und den Holothurien an, auf welchen Joh. Müller, oftmals verbessernd, fortgebaut hat.

Vor Allen muss angeführt werden, dass den Echinodermen ein Blutgefässsystem zukommt, welches, allem Anscheine nach, ein völlig

---

*) Dieses von Stimpson (*Synopsis of the marine Invertebr. of Gr. Manan* 1853), bei *Pteraster militaris* beschriebene Verhalten würde mit dem von den Holothurien schon längst bekannten analogen, nur die weitere Ausbildung einer sehr verbreiteten Erscheinung sein. Bei Würmern, Mollusken und auch bei Insecten (Libellenlarven) findet ein ähnliches Ein- und Auspumpen von Wasser durch die Analöffnung statt, das Wasser strömt jedoch nur in den Darm. Hier aber wird der Wasserstrom in besondere Organe geleitet, die als Appertinentien des Darmrohrs sich darstellen und einen gewissen Grad von Selbständigkeit besitzend, die ganze Einrichtung als eine höher potenzirte erscheinen lassen.

Wir können sie, von ihrem physiologischen Werthe Umgang nehmend, als eine Einrichtung auffassen, die bei den Holothurien ihre grösste Entfaltung zeigt, unter den Würmern nur bei den Sipunculiden sich in homologer Weise findet, dagegen bei vielen anderen niederen Thieren nur an das Endstück des Darmes selbst gebunden ist.

Ausser der Function der Wassereinführung ist vielleicht noch die Bedeutung eines Excretionsorganes in den Anhängen des Enddarmes vorhanden, welche beide Beziehungen auch bei den Würmern und Mollusken in einem und demselben Organe sich finden, aber nicht mehr mit dem Darmcanale in Verbindung stehen. Dessenungeachtet lässt sich auch nach dieser Seite hin eine morphologische Verwandtschaft, namentlich mit dem Excretionsorgane der Würmer, erkennen, worüber in dem Abschnitte über die Excretionsorgane Näheres gesagt wird.

abgeschlossenes ist. und namentlich in keiner Weise mit dem Wassergefässsysteme communicirt. Es folgt auch dies System in seiner Anordnung der radiären Anlage und wird, soweit bis jetzt erkannt, aus einem den Anfangstheil des Darmes (Mund oder Oesophagus) umkreisenden Canale dargestellt, der theils vom Darme kommende Gefässe aufnimmt, theils mit einem anderen Blutgefässringe in Verbindung steht, welche Communication dann als pulsirender Schlauch erscheint und einem Herzen zu vergleichen ist. Da die Beziehungen des Blutgefässsystems zu den Athmungsorganen noch keineswegs festgestellt ist, so kann nicht von Venen und Arterien die Rede sein, die ganze Einrichtung scheint vielmehr dahin zu zielen, die vom Darme aus gebildete Ernährungsflüssigkeit in den übrigen Körper überzuführen, während für die Vermittelung der Respiration des Blutes allerwärts Anordnungen getroffen sind.

In den einzelnen Abtheilungen der Echinodermen verhält sich die Lagerung der bis jetzt bekannt gewordenen Blutgefässe in folgender Weise:

Unter den Crinoiden, wo die Circulationsverhältnisse wohl am unvollkommensten erkannt sind, sieht man ein herzartiges Säckchen, welches sowohl in die hohle Axe der Arme, als auch in die Cirrhen (bei Comatulen) und bei Pentacrinen in den Stiel Aeste abschickt, als Centralorgan an. Es liegt im Grunde des Kelches verborgen.

Vollständiger stellen sich die Blutcanäle bei den Asteriden dar; der den Mund umziehende Kreiscanal liegt dicht unter dem Nervenringe, lässt in die Basis der Arme Aeste eintreten, und steht durch einen contractilen Schlauch mit einem weiter gespannten Gefässringe unter der Dorsalfläche des Integumentes in Verbindung. Der contractile Verbindungsschlauch ist das Herz des Seesterns. Vom letzterwähnten Ringe gehen sowohl an den Nahrungscanal als auch in die Radien paarige Aeste ab, deren weiteres Verhalten noch ferner zu erforschen bleibt.

Der Mundringcanal der Seeigel liegt wie der des Wassergefässsystems am Oesophagus an der Basis des Kauapparates, und sendet einen, bei *Echinus* im Innern cavernös gebauten, bei *Cidaris* einfacheren Herzschlauch zum entgegengesetzten Pole, wo er wieder in einen einfachen oder doppelten, den After umgebenden, weiten und zartwandigen Ringcanal sich einsenkt.

Aus beiden Gefässringen gehen Aeste an benachbarte Organe ab, und namentlich sind die den Darm auf seiner ganzen Länge begleitenden anzuführen.

Von den Blutgefässen der Holothurien ist nur der eine Ring, der Mundring, bekannt; von ihm aus gehen Aeste an die Speiseröhre nach aufwärts, sowie ein Darmgefäss ab, welches letztere, längs dem Darme verlaufend, sich an demselben vielfach verzweigt; die aus dessen Wurzeln sich sammelnden Gefässe umspinnen theilweise die eine der baumartig verzweigten Lungen, und gehen nachher erst in einen grossen Blutcanal über, der sich aus den Verzweigungen aller Darmgefässe zusammen-

setzt. Ein Abschnitt des Darmgefässes wird als Centralorgan anzusehen sein.

Im Wesentlichen dieselbe Anordnung scheint bei den Synapten vorhanden zu sein, und Unterschiede werden, wegen des Fehlens der Lungen, nur durch die einfachere Anordnung der Darmgefässe dargestellt, deren eines längs der Insertion des Mesenteriums, das andere an der entgegengesetzten Seite verläuft.

Die Blutflüssigkeit der Echinodermen ist klar, und scheint nur spärliche Formelemente — Blutzellen — einzuschliessen. Auch die in der Leibeshöhle der Echinodermen vorhandene Flüssigkeit muss dem ernährenden Fluidum beigezählt werden, da sie keineswegs blosses Wasser ist, wenn auch durch eine bestehende Communication der Leibeshöhle mit dem umgebenden Medium eine Zumischung von Wasser sicher existirt *).

c) Vom Wassergefässsysteme.

Es ist schon oben bei der Darstellung der Ambulacra und der damit in Verbindung stehenden über die Oberfläche des Perisoms sich erhebenden Gebilde eines Apparates gedacht worden, dessen augenscheinlichste Function in der Einführung von Wasser besteht. Mit dem umgebenden Medium communicirende Oeffnungen besorgen die Aufnahme des Wassers, welches in ein complicirtes Canalsystem tritt, um von da aus den ambulacralen Gebilden zugeleitet zu werden, und selbe in den Zustand der Erection zu versetzen. Wie diese Einrichtung, z. B. die Schwellung der Saugfüsschen, auf die Locomotion influenzirt, ist gleichfalls oben auseinander gesetzt. Es gibt aber auch noch andere bei der Locomotion unbetheiligte Gebilde, z. B. die Tentakeln der Holothurien, welche dennoch von diesem Wassergefässsysteme versorgt werden, und die deshalb den Ambulacral-Bildungen im Allgemeinen zugezählt werden müssen; daraus geht aber auch hervor, dass die Bedeutung dieses Apparates eine mehrfache ist, so dass wir ihn als eine im Plane des Echinoderms mit begründete, typische Einrichtung betrachten müssen, die selbst in jenen Fällen nicht fehlt, wo von einer Locomotion

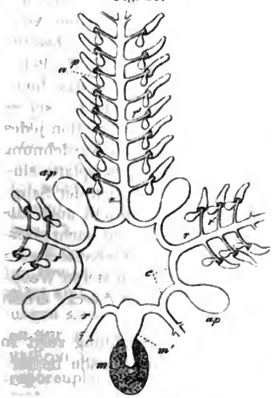
*) Leydig vergleicht die Flüssigkeit in der Leibeshöhle der Lymphe, sieht daher die ganze überall, auch am Mesenterium, Darm, Herzbeutel u. s. w., mit Wimpern ausgekleidete Cavität als einen Lymphraum an (Lehrb. d. Histologie pag. 443). Aus Gründen, die einer vergleichenden Betrachtung entstammen, kann jedoch hier die Frage aufgeworfen werden, ob nicht diese Höhle einen Theil des Blutgefässsystemes vorstelle, die Flüssigkeit selbst Blut sei, gleichwie andere Thiere (Mollusken u. s. w.) gleichfalls grosse mit Blut gefüllte Cavitäten besitzen. Dass noch besondere Blutgefässe am Darme vorkommen, ist nicht dagegen sprechend, und auch das Vorkommen von Cilien an den Wänden ist dieser Anschauung kein Hinderniss, zudem noch gar nicht bekannt ist, inwiefern zwischen Wasser- und Blutgefässsystem nicht doch noch eine, wenn auch ganz peripherische Verbindung existirt.

durch Saugfüsschen, einfach wegen des Fehlens der letzteren, nicht wohl die Rede sein kann *). —

Es lässt das Wassergefässsystem bei allen Echinodermen einen zuleitenden Apparat, durch welchen die Einführung des Wassers vermittelt wird, und eine Reihe das eingeführte Wasser in die einzelnen Körperpartien des Thieres vertheilender Bahnen unterscheiden, wozu noch mehrfache Anhangsgebilde kommen, die für die allgemeine Einrichtung von mehr untergeordneter Bedeutung sind.

Ein immer den Anfangstheil des Nahrungscanals umziehender Ringcanal stellt den Centraltheil der Wasserbahn vor, und lässt von seiner Peripherie eine Anzahl — in der Regel fünf — radiär verlaufende Canäle (Fig. 23. *r.*) abtreten, die unter Absendung seitlicher einfacher, oder wieder verzweigter Aeste längs der Ambulacra verlaufen. Die Endigung dieser Aeste oder ihrer Zweige ist in den Ambulacralanhängen — den Saugfüsschen oder ihren Analogis. —

Fig. 23.



Die Einführung von Wasser in das Ringgefäss wird durch einen canalartigen Fortsatz (*m'*) vermittelt, dessen Wandungen häufig kalkige Einlagerungen enthalten, und der deshalb mit dem Namen »Steincanal« bezeichnet wird. Der Steincanal hängt entweder frei vom Ringgefässe in die mit der Aussenwelt communicirende Leibeshöhle, und nimmt von hier aus durch vielfache feine Poren das Wasser auf, oder er tritt durch die Leibeshöhle, und geht, auf seinem Verlaufe überall geschlossen, zum verkalkten Perisom, um sich hier mit einer porösen Kalkplatte — der Madreporenplatte — in Verbindung zu setzen. Durch die Madreporenplatte wird dann das umgebende Wasser ebenso eingelassen, wie das in der Leibeshöhle enthaltene Wasser durch die Poren des Steincanals eindringt, wenn letzterer sich mit keiner Madreporenplatte verbindet.

Fig. 23. Schematische Darstellung des Wassergefässsystemes eines Seesternes. *c.* Ringcanal. *ap.* Poli'sche Blasen. *m.* Madreporenplatte. *m'.* Steincanal. *r.* Radiär angeordnete Hauptstämme (Ambulacralcanäle). *r'.* Seitliche Verzweigungen. *p.* Saugfüsschen. *a.* Ampullen derselben (die Ambulacralcanäle mit ihren Anhängen sind nur zum Theil gezeichnet).

---

*) Es geht auch hieraus die Rechtfertigung der selbständigen Betrachtung dieses Apparates hervor.

Die Wände des Steincanales sind in diesem Falle nach Art der Madreporenplatte gebaut, sie sind die Analoga derselben. Sowohl Madreporenplatten und die damit verbundenen Steincanäle, als auch die frei in die Leibeshöhle ragenden madreporenartig construirten Steincanäle variiren sehr in der Zahl.

Endlich sind mit dem Canalsysteme noch hohle blasenförmige Anhänge in Verbindung, und zwar grössere birnförmige Blasen (Fig. 23. *ap.*) am Ringcanale, die als Poli'sche Blasen bezeichnet werden, dann noch an dem Uebergange der Ambulacralcanäle in die Saugfüsschen kleine, immer in die Leibeshöhle ragende Ampullen (Fig. 23. *a.*), die als Erweiterungen oder Ausstülpungen der Ambulacralcanaläste genommen werden können, beiderlei Gebilde dienen als Reservoirs für das in den Canälen strömende Wasser, derart, dass bei einer Einziehung der Saugfüsschen sich immer deren Ampullen füllen, sowie bei einer Ausstreckung derselben zunächst das Wasser der Ampullen sie schwellt. Was die Ampullen für die einzelnen Saugfüsschen sind, leisten die Poli'schen Blasen des Ringcanals für das gesammte Canalsystem, so dass hierdurch eine viel rascher erfolgende Action der Ambulacralgebilde, sei es Schwellung oder Retraction, möglich ist, als wenn das zur Erection jedes einzelnen Füsschens nothwendige Wasserquantum bei jeder Ausdehnung erst von aussen her durch den Steincanal oder die Madreporenplatte eingenommen werden müsste. — Dieser Thätigkeit der Ampullen der Saugfüsschen und der Poli'schen Blasen des Ringcanals entspricht auch die Contractilität ihrer Wandungen, in denen eine Muskelschicht nachzuweisen ist. Ausserdem sorgt noch ein überall im Wassergefässsystem verbreitetes Flimmerepithelium für die Vertheilung und den steten Wechsel des Wassers, so dass also hiermit auch respiratorische Zwecke erfüllt werden.

Diese in ihrem allgemeinen Plane angeführte Einrichtung zeigt in den verschiedenen Ordnungen der Echinodermen folgende bemerkenswerthe Verschiedenheiten:

Unter den Asteroiden besitzen die Ophiuren einen an einer der den Mund umgebenden Tafeln sich inserirenden Steincanal, der aber das Wasser aus der Leibeshöhle aufnimmt, da das betreffende Mundschild nicht zur Madreporenplatte umgebildet, niemals porös ist. Die Madreporenplatte ist somit functionell durch den Steincanal dargestellt, während das morphologische Aequivalent in jener undurchbohrten Mundplatte gesucht werden muss. Am Ringcanale erweitert sich der Steincanal ampullenartig, so dass hieraus, sowie aus dem Umstande, dass er wie eine jede der vier Poli'schen Blasen zwischen dem Abgange zweier Ambulacralcanäle sich inserirt, seine Bedeutung als ein morphologisches Aequivalent einer Poli'schen Blase erschlossen werden kann. Die Saugfüsschen der Ophiuren sind ohne Ampullen. Bei den übrigen Asteroiden, also den eigentlichen Seesternen mit den *Astrophyton*, inserirt sich der Steincanal immer an einer Madreporenplatte, die in der

Regel auf der Dorsalseite in einem Interradius des Körpers liegt. Auch Vermehrungen der Madreporenplatte von 2—5 kommen hier vor, doch wechselt dies Verhältniss selbst bei den Arten der einzelnen Gattungen. — Der Steincanal verläuft immer in der Nähe des herzartigen Schlauches. Die Ambulacralcanäle laufen — wie oben beim Hautscelet angedeutet — über dem Scelete der Arme, in die Ambulacralfurche eingesenkt, und senden hier ihre Aeste an die zwischen den seitlichen Fortsätzen der Wirbelstücke des Ambulacralscelets entspringenden Füsschen, während die Ampullen der letzteren durch die Spalten zwischen den Wirbelstücken hindurchdringen und so ins Innere des Armes zu liegen kommen. Die Anzahl der Poli'schen Blasen variirt beträchtlich *). Die Echinoiden besitzen die Madreporenplatte immer am Apicalpole; entweder ist eine der Genitalplatten, oder deren mehrere, oder es ist auch noch eine Intergenitalplatte zur Madreporenplatte umgewandelt, oder sie stellt endlich eine besondere Platte vor (bei den Clypeastriden). Der Steincanal erscheint bald weich (*Echinus*), bald mit festen Wandungen versehen (*Cidaris*). Der Ringcanal, an dem fünf Poli'sche Blasen angebracht sind**), liegt bei den Seeigeln an der Basis des Kauapparates und sendet die Ambulacralcanäle nach abwärts, von wo sie dann an die Ambulacren ausstrahlen. An der Innenseite der Schale einem jeden Ambulacralfelde entlang verlaufend vertheilen sich die Aeste der Ambulacralcanäle an die Poren und versorgen, ampullenartige Erweiterungen bildend, die hier entspringenden Saugfüsschen oder deren Aequivalente***).

In den Holothurioiden hat der Steincanal, der im Larvenzustande des Thieres mit der Körperoberfläche verbunden war, diese Verbindung gelöst und hängt vom Ringcanale aus frei in die Leibeshöhle. Seine Wandungen sind verkalkt, so dass er eine feste Kapsel vorstellt, oder sie tragen nur stellenweise Kalkeinlagerungen. Gewöhnlich finden sich diese letzteren an jenen Stellen, welche durchbohrt erscheinen, somit der Madreporenplatte der übrigen Echinodermen analog sind. Wenn der Steincanal verästelt erscheint, ist das Ende jedes Astes mit einer Madreporenplatte versehen, und so kommen denn traubenförmige Bildungen zu Stande, die einer Summe um einen Steincanal gruppirter Ma-

*) Bald sind es deren nur vier oder fünf, bald zehn, oder auch mehr, die dann in den Interradialräumen des Ringcanals in Gruppen vereinigt einmünden.

**) Der Ringcanal der Spatangen entbehrt der Anhänge.

***) Die Ampullen sind besonders da stark entwickelt, wo die Ambulacralfelder Doppelporen aufweisen, wo also einem jeden Porenpaare ein Saugfüsschen entspricht, welches mit einer der Oeffnungen mit dem zuleitenden Wassercanale, mit der anderen Oeffnung mit einer Ampulle in Verbindung steht. Wo die Doppelporen weit auseinander gerückt sind, wie bei den *Ambulacra petaloidea* der Clypeastriden und Spatangiden, ist die innere Ampulle dann auch von entsprechender Breite und erscheint im collabirten Zustande als eine hervorstehende Lamelle. Auch bei den Echiniden ist dies kenntlich (vergl. Fig. 26. *a*).

dreporenplatten entsprechen. Wie die Bildung eines einzelnen Steincanals, so wechselt auch die Zahl; häufig ist er nur einfach vorhanden, dann kommen, vornehmlich bei Synapten, auch wieder zahlreiche Steincanäle vor, die rings um die Peripherie des Kreiscanals vertheilt sind. Ebenso wechselt die Zahl der Poli'schen Blasen, die von 1—100 vorkommen können. Sehr zahlreich sind sie besonders bei den Synapten.

Mit dem Ringcanale stehen noch eigenthümliche traubige Gebilde in Verbindung, die (auch bei den Asterien vorkommend) in ihren Endbläschen zitternde Körner einschliessen, in ihrer Bedeutung aber völlig unbekannt sind. Die vom Ringcanale abgehenden Canäle *) laufen beständig innerhalb des Knochenkranzes nach vorne und treten hier, zuweilen nach der Tentakelzahl sich verzweigend, zu den Mundtentakeln (bei Holothurien und Synapten), wo mit jedem eine den Ampullen der Saugfüsschen entsprechende blindsackartige Verlängerung in Verbindung steht. Es wurde oben schon auf die aus diesem Verhalten hervorgehende gleiche morphologische Bedeutung der Mundtentakeln mit den Saugfüsschen hingewiesen und es wird dies noch dadurch bestärkt, dass bei den Echiniden ihre Stelle durch wirkliche, meist sehr grosse Saugfüsschen vertreten wird. Die Ampullen der Mundtentakeln lagern sich aussen an den Knochenring und sind bei den Synapten nur durch unscheinende Bläschen repräsentirt **).

Das System der Ambulacra als blind geendigter Anhänge oder Fortsetzungen des Perisoms, deren Inneres mit einem regelmässig angeordneten Wassergefässsysteme in Verbindung steht, erscheint bei den Echinodermen als eine diese Thierabtheilung auszeichnende Einrichtung, die in allen übrigen Abtheilungen keine Homologien besitzt, so dass sie recht gut als ein unveräusserliches Merkmal des Echinodermtypus gefasst werden kann ***).

In functioneller Hinsicht bestehen zwischen den einzelnen Ambulacralbildungen so viele Verschiedenheiten, dass, wenn man die Betrachtung der einzelnen Körpertheile nach ihrer Verrichtung vornehmen wollte, morphologische Analoga unter die verschiedensten Organsysteme eingereiht werden müssten. — Was die Vertheilung dieser Gebilde über den Körper der Echinodermen angeht, so folgt auch diese dem radiären Typus, der nur selten sich etwas verwischt, indem einige Radien bevorzugt er-

*) Bei den ächten Holothurien gehen fünf Canäle vom Ringcanale ab, die sich über dem Knochenringe wieder in je 5 (also 25) Aeste auflösen, wovon immer die mittleren über den Knochenring umbiegend als Ambulacralcanäle zur Körperwand laufen, indess die übrigen (in Summa 20) zu den Tentakeln gehen. Bei den Synapten entspringen ebenso viele Canäle vom Ringcanale als Tentakeln vorhanden sind.

**) Sie fehlen völlig den *Holothuriae dendrochirotae*.

***) Eine Andeutung eines hieher zu rechnenden Wassergefässsystemes ist nur noch bei den Würmern (*Gephyrea*) anzutreffen, hat aber seine Bedeutung vollständig verloren.

scheinen, während an anderen die Ambulacralgebilde geringer entwickelt sind oder fehlen. —

Wo die Verkalkung des Perisoms zur Bildung von Tafeln oder Platten führt, oder auch aneinander gefügte Gliedstücke bildet, da pflegen die Ambulacralbildungen diese festen Theile zu durchsetzen, und stehen hinter oder unter denselben mit einer der Leibeshöhle oder deren Fortsetzungen zugewendeten Reihe ampullenartiger Säckchen in Zusammenhang, deren schon oben gedacht worden ist.

Es ist demnach die Vertheilung der Ambulacren über den Körper auch an den Hartgebilden des Perisoms zu erkennen, indem bald gewisse Radien desselben (siehe oben) aus porentragenden Plattenstücken (Echinoiden) oder alle Radien auf der Ventralfläche aus Knochenstücken, welche Spalten zwischen sich lassen (Asteriden), zusammengesetzt sind. —

Mit der physiologischen Bedeutung dieser Ambulacralgebilde steht in gewissem Grade auch ihre äussere Gestaltung in engem Zusammenhange. Nach beiden, Gestalt und Verrichtung, kann man folgende Gruppen unterscheiden, die freilich durch vielfache Uebergänge unter einander verbunden sind.

1) Locomotorische Fortsätze, eigentliche Ambulacralfüsschen, einfache cylindrische Röhrchen, die Ambulacralfelder (s. oben) einnehmend, am Ende mit oder ohne Saugscheiben. Sie sind bei allen Echiniden vorhanden, mehr ausgebildet auf der Bauchseite, auch auf der Mundhaut stehend, wo besonders bei Echinus fünf durch ihre Grösse sich auszeichnen.

Gegen den Rücken zu tritt die Saugscheibenbildung zurück, es erscheinen einfache, zugespitzte Formen.

Bei den Spatangiden sind die locomotiven Füsschen ebenfalls auf der Bauchseite verbreitet, und reichen nur am vordern Ambulacral-Radius (mittlerer Radius des Triviums) bis auf den Rücken. Mit einer ungeheuren Zahl sehr kleiner Füsschen sind die Clypeastriden versehen, wo sie ebenfalls vorzüglich die Bauchfläche einnehmen *), aber von hier aus sich auch verschieden auf die Rückenfläche vertheilen. Die Binnenfelder der *Ambulacra petaloidea* sind gleichfalls mit locomotiven Füsschen bedeckt. Unter den Asteriden bilden die locomotiven die einzige Form **); sie stehen in 2 oder 4 Reihen auf der Ventralfläche der Arme, ebenso kommen auch bei den Ophiuren nur locomotive vor, die hier zuweilen noch mit vielen seitlichen Ausstülpungen versehen sind und so ein traubiges Aussehen darbieten. Sie stehen in einfacher Reihe an der Seite der Arme und sind oft bis zu beträchtlicher Länge ausdehnbar.

*) Sie finden sich hier abweichend von den übrigen Echinoiden auf verzweigten Porenfeldern angebracht.

**) 4 Reihen besitzt *Asteracanthion*, 2 Reihen die übrigen Asteriden. Conisch sind sie bei allen afterlosen Seesternen (*Astropecten, Ctenodiscus, Luidia*), bei den mit einem After versehenen mit planer Endfläche ausgestattet.

Hieran schliessen sich auch die Crinoiden. Sehr entwickelt sind die locomotiven Saugfüsschen bei den Holothurien, wo sie entweder in fünf Längsreihen (*Pentacta*) angeordnet oder über den ganzen Körper verbreitet, oder nur auf der Sohlfläche des Körpers vorkommen.

2) Ambulacralgebilde zu Tastfüsschen modificirt sind bei den Spatangiden vorhanden und bestehen aus einem ein Kalkstückchen bergenden Stiele, der am Ende mit einer Anzahl gestielter Knöpfchen besetzt ist.

3) Ambulacralkiemen, Saugfüsschen von meist dreieckiger Form, deren Ende entweder lanzettförmig verbreitert und am Rande eingekerbt, oder gelappt, oder auch gefiedert erscheint, sind bei den Echinoiden mit rosettenförmig gruppirten Ambulacren (*Ambulacra petaloidea*) vorhanden und immer auf diesen vorkommend *).

Ferner dürfen dem ambulacralen Röhrensysteme zugerechnet werden eine Anzahl von Fortsätzen, welche in ihrer Bedeutung mehr den Tentakeln anderer Thierclassen verglichen werden müssen, es sind dies die Mundtentakeln der Holothurioiden. Fingerförmig gelappte oder verzweigte contractile Röhren, die in bestimmter Zahl den Mund umstehen **) und die nach dem Willen des Thieres — auf die oben angeführte Weise durch Füllung mit Wasser — ausgestreckt werden können. Jedem Tentakel entspricht im Innern des Thieres eine mit ihm verbundene Blase — die Tentakelblase — die vollkommen den Ampullen der übrigen Ambulacralfüsschen homolog erscheint. Die Mundtentakeln einer der Synapten (*S. Duvernaea*) sind an ihrer innern Seite auch noch mit Saugnäpfchen versehen. Die Form und Zahl dieser Tentakelbildungen ist in den einzelnen Abtheilungen sehr verschieden; gefiederte, fingerförmig gelappte, oder dendritisch verästelte Bildungen kommen vor, und ihre Retraction wird durch einen besonderen Muskelapparat zu Stande gebracht.

d) Von den Athmungsorganen.

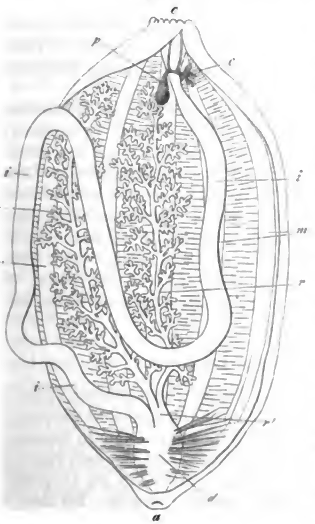
Als Athmungswerkzeuge müssen bei den Echinodermen eine grosse Reihe, den verschiedensten Systemen angehörige Organe betrachtet werden; und vor allem ist wohl hier das Wassergefässsystem mit seinen ambulacralen Anhangsgebilden anzuführen, indem gerade dieser Apparat durch seine vielfachen Verzweigungen im Innern des Körpers, durch die, vermittelst der Bewimperung der Innenfläche seiner Canäle angeregte stete Erneuerung von Wasser, sowie endlich durch die Bespülung seiner äusseren, sehr oft wirklich kiemenartig gestalteten Anhänge (z. B. der Kiemenfüsschen) alle Anforderungen zu erfüllen scheint. Da jedoch die fei-

*) Bei den Spatangiden die ganzen *Ambulacra petaloidea* einnehmend, bei den Clypeastriden nur auf die mit Doppelporen versehenen Randfelder vertheilt.

**) Auch bei einem Theile der Clypeastriden sind am Mundrande jedes Ambulacrums kleine Fühler vorhanden, die durch ihren Zusammenhang mit dem Wassergefässsysteme ihre Bedeutung als Ambulacralbildungen offenbaren.

nere Vertheilung der Blutgefässe bis jetzt fast gar nicht bekannt ist, und auch die den Ampullen der Saugfüsschen zugelegten Blutgefässnetze in neuerer Zeit (von Leydig) geläugnet werden, so bleibt gerade in der Erkenntniss der hier wichtigsten Beziehungen des Wassergefässsystems eine Lücke, und wir können nur annehmen, dass, wie bei vielen anderen niederen Thieren der durch das Wassergefässsystem vermittelte Athmungsprocess in den Geweben des Thieres selbst vollzogen werde. Es liegen uns also hier sehr verschiedenartige Organe vor, von denen wir zuerst die mit der Athmung in entfernterer Beziehung stehenden betrachten. Bei den Holothurien hat man die in die Cloake einmündenden baumförmigen Organe (die »Lungenbäume« der Autoren), welche Wasser abwechselnd aufnehmen und ausstossen, als specielle Athmungsorgane angesehen, doch ist auch eine solche Function insofern noch unbestimmt, als das eine der beiden Organe bis jetzt in gar keinem Zusammenhange mit den Blutgefässen erkannt wurde, und das andere, wie aus Joh. Müller's Darstellung hervorgeht, zu den es umspinnenden Blutgefässnetzen nur in oberflächlicher Beziehung steht. Wenn nicht die von J. Müller geäusserte Vermuthung, dass vielleicht vom Ende des Darmes aus Blutgefässe an die beiden »Lungenbäume« hinantreten, sich bestätigt, so ist die functionelle Bedeutung dieser Organe nicht wohl exclusive in der Athemverrichtung zu suchen.

Fig. 24.



Als Analoga dieser Gebilde bestehen bei den Asterien die Anhänge des Enddarmes, die, wie oben (in Anmerk. p. 120) auseinandergesetzt, in einem Falle eine ähnliche Wasseraufnahme erkennen liessen, so dass nur insofern als man mit der letzteren überhaupt auch die Vollziehung

Fig. 24. Darmcanal und »Lungenbäume« einer Holothurie. *o.* Mund. *i.* Darmrohr. *d.* Cloake. *a.* After. *c.* Verästelter Steincanal *p.* Poli'sche Blase. *r, r.* »Lungenbäume.« *r'* Vereinigung derselben an der Einmündestelle in die Cloake. *m.* Längsmusculatur des Körpers.

eines Gasaustausches, einer Athmung, sich verbunden denkt, von einer respiratorischen Bedeutung dieser Organe gesprochen werden kann.

Von grösserer Wichtigkeit für die Athmung erscheinen die Verhältnisse der Leibeshöhle. Bei allen Echinodermen findet nämlich auf eine bis jetzt noch nicht überall erkannte Weise*) ein Wasserzutritt in die Leibeshöhle statt, so dass alle inneren Organe gleichmässig von Seewasser bespült werden, was besonders für die am Darmcanale verlaufenden Blutgefässe (bei Holothurien, Synapten und bei *Echinus* am genauesten erkannt) von Bedeutung ist. Hierzu kommt noch ein überall in der Leibeshöhle sowohl an den Wandungen derselben als auch auf den in jener liegenden Organen**) verbreiteter Wimperüberzug, durch welchen eine stete Strömung und ein rascherer Wechsel des Wassers unterhalten wird, und der also gerade einen für die Athmung wichtigen Factor abgibt. Wichtig für die Athmung ist aber auch noch der Umstand, dass in der Leibeshöhle, wenigstens bei *Echinus*, eine Mischung mit Blutflüssigkeit zu Stande kömmt.

Mit der Leibeshöhle stehen noch bei verschiedenen Echinodermen eine Anzahl von hohlen, blinddarmartigen Gebilden in Verbindung, die über die Oberfläche des Körpers hervorragen, und somit von innen und aussen her von Wasser bespült werden. Von den ambulacralen Gebilden (Saugfüsschen, Tentakel u. s. w.) unterscheiden sie sich wesentlich durch den mangelnden Zusammenhang mit dem ambulacralen Wassergefässsysteme. Solche Gebilde sind einmal die auf der dorsalen Fläche der Seesterne vorhandenen zahlreichen Blinddärmchen, sowie zweitens die (den Spatangen fehlenden) Hautkiemen der Echiniden, die als fünf Paar in der Nähe des Mundes angebrachte contractile Bäumchen sich darstellen. —

e) Excretionsorgane.

Besondere Absonderungsorgane, die mit jenen höherer Thiere Analogien böten, sind zwar bei einigen Echinodermen erkannt worden, allein es treten hier so mannichfaltige Complicationen mit andern Organen und andern Functionen auf, dass ein einheitliches Bild von dem Plane dieser Organe noch nicht zu entwerfen ist, um so mehr, als die Verrichtungen vieler Theile nicht im entferntesten offenbar wurde. Bei den Seesternen sind die Wandungen der Interradialblindschläuche drüsig organisirt, und die nahe Lagerung dieser Theile am After lässt auf die excretorische Natur des Drüsenproductes schliessen. Die analogen Schläuche, die, wenn auch weniger ausgebildet, auch afterlosen Seesternen (*Astro-*

*) Die von Quatrefages bei *Synapta Duvernaea* angeführten Oeffnungen (*orifices aquifères*), die an der Tentakelbasis in die Leibeshöhle führen sollen, werden von J. Müller mit Grund in Zweifel gezogen.

**) Es fehlt diese Wimperung nur am Mesenterium von *Synapta digitata*, wie durch Joh. Müller berichtet ist. —

pecten) zukommen, müssen dann in derselben Bedeutung genommen werden.

Ausser den Seesternen sind noch bei Holothurien drüsige, mit der Cloake verbundene Organe bekannt, die Joh. Müller Cuvier'sche Organe benannt hat. Derselbe unterscheidet dreierlei verschiedene Typen, nämlich blinddarmförmige, unverzweigte Röhren, die einzeln oder in reichen Büscheln in die Cloake sich inseriren (*Bohadschia* u. a.), dann traubige, aus zahlreichen, mit einem Stiele verbundenen Bläschen bestehende (bei *Molpadia*), und endlich fadenförmige Canäle, die wirtelartig mit gelappten Drüsenbüscheln besetzt sind (*Pentacta* und *Muelleria*).

Bei den Synapten sind anscheinend keine ähnlichen Organe vorhanden, dagegen kommen hier an der Wandung der Leibeshöhle sowohl als am Mesenterium pantoffelförmige Wimperorgane vor, deren weite Oeffnung in einen hellen Canal hinein leitet, und die auffallend an die inneren Mündungen der Excretionsorgane gewisser Würmer erinnern, so dass nicht unwahrscheinlich auch bei den ohnehin in anderen Stücken wurmähnlichen Synapten ein ähnlicher Zusammenhang der fraglichen Organe mit einem Excretionsapparate sich ergeben kann*).

Zwischen den bei Synapten beschriebenen und von Holothurien bekannten Excretionsorganen besteht aber eine ziemlich beträchtliche Kluft, die vielleicht ausgefüllt werden kann, wenn wir den Versuch machen, die mannichfaltigen bald der Einführung von Wasser dienenden, bald als Excretionsorgane erscheinenden Gebilde der Echinodermen im Zusammenhalte mit analogen Organen der Würmer einer vergleichenden Betrachtung zu unterwerfen.

Um von den genauer gekannten Excretionsorganen der Würmer auszugehen, müssen wir vor allem die morphologischen Verhältnisse der betreffenden Gebilde in's Auge fassen. Wir finden nämlich, dass dieselben aus bald einfachen, bald verzweigten Canälen bestehen, die auf der Oberfläche des Körpers nach aussen münden, und die entweder innere Mündungen besitzen oder derselben entbehren. Wenn innere Mündungen vorhanden sind, so stellen sie trichterförmige, mit reichen Wimpern ausgestattete Organe vor. Die Wandungen der Canäle, bestimmter aber ein Endabschnitt, erscheinen contractil, wodurch Wasser sowohl aufgenommen als wieder ausgestossen werden kann. Drüsige Formationen sind entweder den Wandungen der Canäle direct angelagert, oder sie münden besonders und dann in den Endabschnitt des Organes ein. Auf diese Verhältnisse lassen sich auch Organe der Holothurien zurückführen, und man kann die »Lungenbäume« den geschlossenen Excretionscanälen der Würmer analog betrachten, sowie die in das untere Ende der Lungenbäume oder dicht dabei in die Cloake einmündenden Drüsenorgane dem

*) Nach Leydig (Müller's Archiv 1852) sollen die pantoffelförmigen Wimperorgane in Blutgefässe führen, doch werden sie neuerdings von ihm (Lehrbuch der Histologie, p. 391) wirklich dem als Wassergefässsystem aufgeführten Excretionsapparate der Würmer zur Seite gestellt.

drüsigen Abschnitte jener Excretionsorgane entsprächen. Es wäre demnach bei den Holothurien das bei den Würmern mehrere Functionen vereinigende Organ in mehrere je nur eine dieser Functionen tragende Organe zerfallen, die bei einigen Holothurien (wo die Cuvier'schen Organe in das Ende der Lungenbäume münden) noch anatomisch mit einander vereinigt sind, bei anderen dagegen sich getrennt verhalten, und nur durch die auch dem Darme mit angehörende Cloake im Zusammenhang stehen. Die Cloake der Holothurien wäre dann homolog der contractilen Blase des Excretionsorganes der Würmer und nur dadurch verschieden, dass noch der Darm in sie einmündet. Diese Homologie wird jedoch dadurch wenig gestört, da bei jenen Würmern, welche ein am hinteren Körperende ausmündendes Excretionsorgan mit contractilem Endstücke besitzen, kein Enddarm vorhanden ist.

Was die Synapten angeht, so möchte ich das Fehlen der baumförmigen, blind geschlossenen Organe aus dem Vorhandensein der anderen, mit wimpernden gegen die Leibeshöhle gerichteten Oeffnungen versehenen Organform erklären, und aus diesem exclusiven Verhalten der beiden Organformen eine analoge Bedeutung beider ableiten. Doch kann dies nur mit Vorsicht geschehen, da auf die näheren Verhältnisse der Synapten in eben dieser Hinsicht bis jetzt nur die ersten Streiflichter der Erkenntniss gefallen sind.

§. 20.

Organe der Fortpflanzung.

Die Echinodermen sind bis auf die Synapten sämmtlich getrennten Geschlechtes und zeigen in der Anordnung der bezüglichen Organe eine Uebereinstimmung mit der radiären Anlage des Körpers, die zugleich mit dieser verloren geht. Dies ist bei den Holothurioiden der Fall, bei denen die Geschlechtsorgane einfach vorhanden sind, indess die übrigen Echinodermen sie sämmtlich in Mehrzahl, meist der Zahl der Radien entsprechend, erkennen lassen.

Männliche und weibliche Organe zeigen im Allgemeinen dieselben äusseren Formverhältnisse und sind nur zur Zeit der Reife der Zeugungsstoffe leicht unterscheidbar, die Ovarien durch die meist lebhaftere Färbung der Eier gelb oder roth, die Hodenschläuche dagegen fast immer weiss erscheinend. — Bei der Befruchtung spielt das umgebende Wasser die Vermittlungsrolle und Begattungsorgane gehen sämmtlichen ab.

Was zuerst die hermaphroditischen Zeugungsorgane der Synapten betrifft, die zuerst Quatrefages bei *Synapta Duvernaea* erkannt, J. Müller bei *S. digitata* nachgewiesen hat, so stellen diese dichotomisch verzweigte Schläuche vor, die von einem gemeinsamen Ausführgange entspringen. Der letztere mündet über dem den Oesophagus umgebenden Kalkringe nach aussen. Jeder einzelne der in verschiedener

Anzahl vorkommenden Genitalschläuche entwickelt bei *S. digitata* in vier nach innen vorspringenden Längsstreifen die Samenmasse, indess nach innen und zwischen den Streifen die Eier entstehen*), so dass also für beiderlei Producte gemeinsame Ausführwege vorhanden sind.

Bei den stets getrennt geschlechtlichen Holothurien besitzt Hode oder Ovarium eine ähnliche Gestalt, wie die Zwitterdrüse der Synapten. Sie stellen reiche Büschel verzweigter Röhren vor, die frei in die Leibeshöhle hineinragen, und die vorzüglich bei den Weibchen eine oft beträchtliche Länge besitzen, und sich bis zur Cloake erstrecken. Die Ausmündung ist in der Nähe des Mundes zwischen den Tentakeln angebracht.

Bei den Seeigeln, Ophiuren und Seesternen sind die Geschlechtsorgane stets in der Mehrzahl vorhanden, und stellen fünf oder zehn acinöse oder schlauchförmige Drüsen oder Gruppen von Drüsen (Fig. 25, 26. *g.*) vor, die in der Leibeshöhle vertheilt sind, und ihren

Fig. 25.

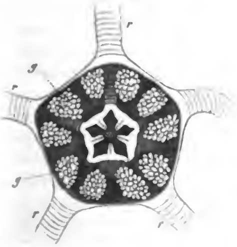
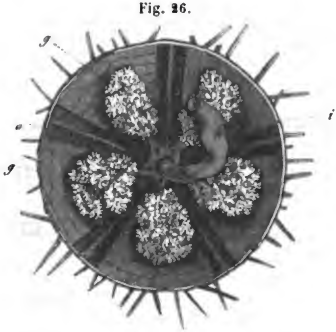


Fig. 26.



Inhalt in der Regel durch besondere Ausführgänge entleeren. Die Echiniden besitzen sie in der Fünfzahl, als verästelte den Interambulacralfeldern der Schale anliegende Drüsen, deren jede auf einer der Genitalplatten (siehe oben Fig. 20. *g*, 26. *g.*) am Rücken des Thieres ausmündet**).

Fig. 25. Geschlechtsorgane einer Ophiure (*Ophioderma longicauda*). Ruckenintegument und Verdauungsorgane sind entfernt. *r.* Arme. *g.* Ovarialtrauben.

Fig. 26. Geschlechtsorgane eines Seeigels (*Echinus neapolitanus*). Etwas mehr als die ventrale Hälfte der Schale ist weggenommen. *a.* Ampullen der Ambulacren. *i.* Letztes Darmstück. *g.* Ovarialtrauben.

*) Vergl. über die näheren Verhältnisse J. Müller (*op. cit.*) und Leydig (Müller's Archiv 1852).

**) Die Echinoiden mit nur 4 Genitalplatten, wie die Spatangiden und Clypeastriden, lassen auf nur 4 Geschlechtsdrüsen schliessen.

Bei den Seesternen liegen die Ovarial- oder Hodenschläuche büschelförmig in den Interradien, auf grösseren oder geringeren Raum vertheilt*), und scheinen bei vielen Asteriden der Ausführgänge zu entbehren, so dass die Geschlechtsproducte erst in die Leibeshöhle gelangen müssten (Fig. 22. *g*.). Bei anderen finden sich an den Interradien durchlöcherte Plattenpaare, die den Genitaldrüsen entsprechend gelagert sind und als Ausmündungsstellen dienen.

In zehn Drüsenbüschel geschieden, erscheinen die in der Körperscheibe angebrachten Hoden oder Ovarien bei den Ophiuren (vergl. Fig. 25. *g*.) unter denen auch lebendig gebärende vorkommen**). Die Verhältnisse der Ausführgänge sind hier noch nicht zur Genüge bekannt, es scheint vielmehr ein ähnliches Verhalten wie bei manchen Seesternen stattzufinden, wo Samen und Eier durch die Leibeshöhle nach aussen gelangen.

Bei den Crinoiden treffen wir die Geschlechtsorgane vom Centrum des Körpers entfernt, in den *Pinnulis* der Arme verborgen, wo sie, wie wenigstens *Comatula* zeigt, zur Zeit der Reife ihre Producte durch Dehiscenz nach aussen entleeren***).

Vierter Abschnitt.

Vermes.

§. 21.

Der streng bilaterale Typus, welcher sich nicht allein auf die äusseren, sondern auch auf die inneren Organe erstreckt, vereinigt eine Anzahl von Thierclassen zu dieser grösseren Abtheilung und grenzt diese

*) In selteneren Fällen reichen die Reihen der Genitalschläuche noch in die Arme hinein. So bei *Archaster, Luidia, Ophidiaster* und *Chaetaster*.

**) So *Ophiolepis squamata* nach M. Schultze (Müller's Archiv 1852). Auch die weiten Genitalspalten von *Astrophyton* lassen auf ein ähnliches Verhältniss schliessen, was noch durch den Umstand bestärkt wird, dass zwischen den Ranken der Arme zuweilen junge Thiere angetroffen werden (mündl. Mittheilungen von M. Schultze).

***) Die Bildung der Geschlechtsproducte der Echinodermen zeigt manches Eigenthümliche, so sind z. B. die Eier der Holothurien mit einem Micropylapparate versehen. Die Elemente des Samens stellen in allen Fällen fadenförmige, bewegliche Gebilde vor, die an einem Ende in ein rundliches oder eiförmiges Köpfchen auslaufen. —

besonders gegen die zunächst stehenden unteren Abtheilungen der Coelenteraten und Echinodermen ab. Der meistentheils weiche, contractile cylindrisch verlängerte oder plattgeformte Körper lässt in der Regel Bauch- und Rückenfläche deutlich unterscheiden; doch sind diese nur selten durch besondere Organe von einander ausgezeichnet, und viel häufiger sind es die seitlichen Begrenzungen jener Flächen, an denen wir eigenthümliche Bildungen antreffen. Der Mund liegt am vorderen Körperende oder, wo er von diesem entfernt ist, gehört er der Bauchfläche an. Wo ein After existirt, finden wir ihn dem hinteren Körperende nahe, nicht selten auch dem Rückentheile noch angehörig.

In den höheren Abtheilungen erscheint der Körper in eine grössere Anzahl von verschieden deutlichen Segmenten gegliedert, welche Wiederholungen derselben Bildung vorstellen, so dass der ganze Leib in eine Reihe einander gleichwerthiger Abschnitte zerfällt. Wo äussere Organe vorhanden sind, sind auch diese in der Regel gleichmässig über die einzelnen Abschnitte vertheilt und zeigen sich alle nach demselben Plane gebildet. Nur das erste oder Kopfsegment macht insofern eine Ausnahme, als es sich häufig durch den Besitz von besonderen Organen (Sinnesorganen) vor den übrigen auszeichnet. Die Anzahl der Körperabschnitte ist eine unbeschränkte und selbst beim Individuum je nach dem Alter variabel. Hierdurch sowohl als durch die Homonomie der Segmentbildung unterscheiden sich die Würmer wesentlich von der nächst höheren, allerdings aus der Gruppe der Annulaten sich herausbildenden Abtheilung der Arthropoden oder Gliederthiere. Es sind diese gegebenen Unterschiede, obwohl sie in der Regel schon äusserlich recht gut erkannt werden, doch nicht vollständig erschöpfend, indem wir auch unter den Gliederthieren homonome Segmentbildungen antreffen (Myriapoden). Das Hinzukommen eines ferneren Merkmals vervollständigt jedoch diese Lücke, denn bei den Würmern treffen wir die Homonomie der Segmente auch in den inneren Organen ausgeprägt, indess sie bei den Myriapoden nur an wenigen Theilen sich zeigt.

Das Verständniss der Gliederbildung bei den Ringelwürmern ist nach meinem Dafürhalten aus einer allgemeineren Würdigung der bei den Würmern in dieser Hinsicht vorkommenden Erscheinungen zu entwickeln. In einer unter den Annulaten stehenden Ordnung, jener der Cestoden oder Bandwürmer, sehen wir an einem ungegliederten und stets geschlechtslos bleibenden Körper (von dessen Bedeutung als Amme wir hier vorläufig Umgang nehmen können) durch eine Art von Sprossenbildung eine Reihe von Segmenten entstehen, in der Weise gebildet, dass immer die hintersten die ältesten sind. Die Anlage dieser Segmentbildung ist nicht einfach durch einen Sprossungsprocess eingeleitet, vielmehr entwickeln sich die Segmente von vorne herein als Theile eines ganzen Thieres, sowie auch durch ihre gesammte Reihe gewisse Organsysteme (das Wassergefässsystem) sich gleichmässig hindurchziehen. Die

einzelnen Segmente legen allmählich in sich Geschlechtsorgane an und stellen, indem sie in gewissen Gattungen sich ablösen und selbständig eine verschieden lange Zeit hindurch Lebenserscheinungen kund geben, wirkliche Individuen vor, während eine solche individuelle Ausbildung bei den Segmenten anderer Gattungen nicht erreicht wird und die einzelnen Glieder der Kette selbst im geschlechtlich reifen Zustande mit einander verbunden bleiben. Zwischen diesen beiden extremen Zuständen, der Bildung freier Individuen und der Entstehung blosser Segmente, existiren zahlreiche Uebergangsstadien, so dass wir eine Cestodenkette als ein Aggregat bald mehr bald minder selbständiger Individuen ansehen, wie dies in exacter Weise zuerst van Beneden dargethan hat. Die einzelnen Glieder sind demgemäss auch noch in jenem Falle als Aequivalente von Individuen anzusehen, wenn sie niemals sich ablösen, niemals sich frei bewegen und überhaupt ihre Selbständigkeit der Gesammtheit der Segmente untergeordnet haben, wie solche Beispiele auch schon unter den Coelenteraten (bei den Hydroidenstöcken und Siphonophoren) gezeigt worden sind. Es besteht diese Erscheinung jedoch nicht ausschliesslich bei den Cestoden unter den Würmern; sie kommt vielmehr auch Turbellarien in ähnlicher Weise zu*). Halten wir das hier uns Erscheinende mit den bei den Ringelwürmern vorliegenden Thatsachen zusammen, nämlich mit jenen Fällen, wie sie in den Familien der Sylliden und Naiden sich finden, und darin bestehen, dass die hinteren Körpersegmente eines Individums sich zu selbständigen Thieren entwickeln, gleichviel ob sie vom Mutterthiere verschieden, oder ihm ähnlich sind, so müssen wir auch in den Segmenten der Annulaten eine höhere Potenzirung erkennen, und diese Theile, deren bei sehr vielen Ringelwürmern jeder nicht allein seinen besonderen Ganglienknoten des Bauchstranges, sowie einen Darmabschnitt, häufig auch besondere Athem- und Excretionsorgane besitzt, bei einer Gattung (*Polyommatus*) sogar mit höheren Sinnesorganen (Augen) ausgestattet ist, als gleichwerthig schätzen mit den Segmenten oder Gliedern einer Cestodenkette. Die Zulässigkeit einer solchen Auffassung scheint freilich nur auf eine geringe Ausdehnung beschränkt, weil bei der grössten Mehrzahl der Annulaten die Segmente viel inniger mit einander verbunden und einen einzigen Organismus darstellen, der uns als Individuum entgegentritt, in demselben Maasse, als die Segmente ihre Selbständigkeit aufgegeben haben. Zur Herstellung der Verbindung anscheinend differenter Phänomene bedarf es aber nur eines einzigen Vermittelungsgliedes, welches in den angeführten Fällen zur Genüge gegeben ist. Die morphologische Bedeutung der Segmentirung des Körpers als der Ausdruck der Bildung virtueller Multipla leuchtet daraus deutlich hervor und bildet den Ausgangspunct zur Erklärung einer grossen Erscheinungsreihe, die am einen Ende zur Erzeugung neuer Individuen,

*) Vergl. Leydig in Müller's Archiv 1854. S. 284.

am anderen Ende zur Herstellung complicirt gebauter und höher potenzirter Organismen führt*).

An die Reihe der Ringelwürmer schliessen sich von dem eben entwickelten Gesichtspuncte aus auch die Arthropoden an, bei denen durch eine Umformung der Körpersegmente, sowie auch der innern Organe zu heteronomen Bildungen ein mehr einheitlicher Organismus erzielt ist**).

Uebersicht der Classen der Würmer.

I. Platyelminthes.

1. Ordn. Cestoda.
Taenia, Bothryocephalus.

2. – Trematoda.
Distoma, Tristoma, Monostomum, Polystomum.

3. – Turbellaria.

a) Dendrocoela.
Planaria, Leptoplana, Aeolidiceros, Thysanozoon.

b) Rhabdocoela.

α) Arhynchia.
Microstomum, Mesostomum, Prostomum, Vortex.

β) Rhynchocoela (Nemertina).
Nemertes, Borlasia, Polia.

II. Nemathelminthes.

1. Ordn. Acanthocephala.
Echinorhynchus.

2. – Nematoidea.

a) Nematoden.
Strongylus, Ascaris, Oxyuris.

b) Gordiacei.
Mermis, Gordius.

---

*) Vergl. hierüber die an philosophischer Betrachtungsweise reichhaltige Schrift von Reichert: Die monogene Fortpflanzung. Festschrift zur Jubelfeier der Kaiserl. Universität Dorpat. 1852.

**) Nach dieser von mir gegebenen Auffassung der Gliederthiere im Allgemeinen, seien es gegliederte Würmer, oder jene Thiere, die man nach dem zu einseitig aufgefassten Merkmale der gegliederten Körperanhänge (Füsse) als »Arthropoden« bezeichnet, müssten die letzteren, weil an die Ringelwürmer sich anschliessend, auch mit den Würmern in eine Abtheilung vereinigt werden. Allein abgesehen von practischen Bedenken, hat mich zu einer vorläufig getrennten Betrachtung vorzüglich der Umstand veranlasst, weil auch die Mollusken in gewissen Abtheilungen (Gasteropoden) zu den Würmern (den Plattwürmern) nahe verwandtschaftliche Beziehungen besitzen. Ich betrachte demgemäss die Abtheilung der Würmer als jene Thiergruppe, die sich nach zwei Richtungen hin typisch umwandelt, indem sie in ihren niederen Formen (Plattwürmer) an die Molluskenabtheilung sich anschliesst, in ihren höheren Formen durch die Ringelwürmer in die Gliederthiere sich fortsetzt.

III. Oestelminthes.

Sagitta.

IV. Annulata.

1. Ordn. Gephyrea.

Thalassema, Echiurus, Sipunculus.

2. – Suctoria (Hirudinea).

Haemopis, Sanguisuga, Nephelis, Clepsine, Branchiobdella, Piscicola, Pontobdella.

3. – Scoleina.

Lumbricus, Chaetogaster, Nais, Enchytraeus.

4. – Branchiata.

a) Tubicolae.

Amphitrite, Hermella, Terebella, Sabella, Serpula.

b) Vagantia.

Siphonostoma, Arenicola, Glycera, Nephthys, Phyllodoce, Alciopa, Syllis, Nereis, Eunice, Amphinome, Aphrodite, Polynoe. —

Literatur.

Im Allgemeinen: O. F. Müller, Von den Würmern des süssen und salzigen Wassers, Kopenhagen 1771.

v. Baer, Beiträge zur Kenntniss der niederen Thiere. *Nov. Act. Acad. Leopold. Carol. vol. XIII.* 1826.

Plattwürmer: Rudolphi, *Entozoorum historia naturalis.* 3 Bde. *Amstelod.* 1808–10.

Dugès, *Recherches sur l'organisation et les moeurs des Planaires. Ann. des sc. nat. Tome XV.* Auch in der Isis 1830.

O. Schmidt, Die rhabdocoelen Strudelwürmer des süssen Wassers. Jena 1848.

Van Beneden, *Les vers cestoides. Mém. de l'Acad. royale de Bruxelles. T. XXV.* 1850.

M. Schultze, Beiträge zur Naturgeschichte der Turbellarien. 1. Abth. Greifswalde 1851.

G. Wagener, Die Entwickelung der Cestoden 1855. Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Eingeweidewürmer, Haarlem 1857.

Rundwürmer: Cloquet, *Anatomie des vers intestinaux. Paris* 1824.

Dujardin, *Histoire naturelle des Helminthes. Paris* 1845.

Meissner, Beiträge zur Anatomie und Physiologie von *Mermis albicans.* Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. V. 1854.

Meissner, Beiträge zur Anatomie u. Physiol. der Gordiaceen. Zeitschr. für wiss. Zoologie. Bd. VII. 1856.

Ausserdem Rudolphi, *Op. s. cit.*

Pfeilwürmer: Wilms, *Observationes de Sagitta. Berol.* 1846.

Annulaten: Grube, Zur Anatomie und Physiologie der Kiemenwürmer. Königsberg 1838.

Audouin et Milne-Edwards, *Classification des Annélides et description des espèces qui habitent les côtes de la France. Ann. des sc. nat. T. XXVII—XXX.* 1832–33.

Moquin-Tandon, *Monographie de la famille des Hirudinées. deuxième Edition. Paris* 1846.

Quatrefages, *Études sur les types inférieurs de l'embranchement des annélés. Annales des sciences nat. sér. III. Tome* X, *XII, XIII, XIV, XVIII.* 1848—52.

Leydig, Zum Circulations- und Respirationssysteme von *Nephelis* und *Clepsine.* (Zweiter Bericht von der zootom. Anstalt zu Würzburg 1849.)

Leydig, Zur Anatomie von *Piscicola geometrica etc.* Zeitschr. für wiss. Zoolog. Bd. I. 1849.

Grube, Die Familien der Anneliden. Archiv für Naturgesch. 1851.

M. Müller, *Observationes anatomicae de vermibus quibusdam maritimis. Berol.* 1852.

Schmarda, Ueber *Bonellia viridis.* Wiener Denkschr. Bd. IV. 1852.

§. 22.

Körperbedeckung und Bewegungsorgane.

Vom Integumente und der Musculatur.

Das Hautorgan der Würmer stellt durch Verbindung mit der Körpermusculatur einen Hautmuskelschlauch vor, der bei niederen Wurmorganismen (Turbellarien, Cestoden und auch noch bei manchen Trematoden) gegen das Körperparenchym keine deutliche Grenze erkennen lässt. Als äusserste Schicht der Haut besteht eine Epidermis, die bei den Turbellarien überall, bei manchen Annulaten nur an einigen Körperstellen feine Wimperhaare trägt, zwischen denen nicht selten starre, borstenähnliche Bildungen, wie sie schon bei den Infusorien erwähnt sind, vorkommen.

Ueber dieser aus zelligen Elementen bestehenden Epidermis lagert bei den übrigen Würmern eine homogene Membran von verschiedener Mächtigkeit. Die Festigkeit oder Derbheit der Hautwandungen vieler Würmer, wie z. B. fast aller Rundwürmer, ist häufig von der Dicke dieser in der Regel in mehrfache Schichten zerfallenden Membran abhängig. Eine besondere Textur lässt sich niemals in ihr wahrnehmen; sie ist vielmehr das schichtenweise abgesetzte Product der unter ihr gelegenen eigentlichen Epidermiszellschichte, die in der Regel von jener an Dicke übertroffen wird. In der Classe der Rundwürmer ist sie am beträchtlichsten entwickelt und wird hier, dem Muskelschlauche an Durchmesser gleichkommend, die Ursache der grösseren Widerstandsfähigkeit des Körpers der Nematoden und Gordiaceen. Wo wir auf diese Cuticularbildungen treffen, fehlt immer die Bildung von Wimperhaaren, so dass wir zwischen beiden ein sich wechselseitig ausschliessendes Verhältniss annehmen können, ein Umstand, der einfach darin begründet ist, dass in die Cuticularbildung keine zelligen Elemente, somit auch keine Fortsetzungen von Zellen übergehen. Man kann in dem Auftreten solcher Cuticularschichten bei den Würmern eine Vorbildung der festeren, starren Hautscelette der Gliederthiere nicht wohl verkennen; ja selbst bei manchen Rundwürmern und Ringelwürmern wird durch die Derbheit und Elasticität jener Schichten eine Art von Haut-

scelet hergestellt, welches wenigstens morphologisch von dem der Gliederthiere nicht unterschieden werden kann.

Im Zusamenhange mit der Epidermis kommen bei den Turbellarien Nesselorgane vor, welche jenen der Coelenteraten gleichzusetzen sind und bei den einzelnen Gattungen und Arten eine verschiedene Form besitzen. Ihre Verbreitung über den Körper ist zwar in der Regel gleichmässig; doch finden sich auch einzelne Stellen, welche vorzugsweise damit ausgestattet sind.

Der Haut der Würmer eigenthümliche Bildungen*) treffen wir in den mannichfachen Stachel-, Borsten- und Hakenformationen, die entweder über den Körper regelmässig vertheilt erscheinen, oder nur an sehr eng abgegrenzten Stellen vorhanden sind. Es sind immer Gebilde, die durch Abscheidung hervorgehen, und die als modificirte Cuticularbildungen im Allgemeinen betrachtet werden können**).

Es gehören hierher die kranzartig aneinandergereihten Haken der Cestoden***), die, wie jene, nur in mehrfachen Reichen stehenden

---

*) Die in der Haut der Cestoden vorkommenden concentrisch geschichteten Concremente, die als Kalkkörperchen bekannt sind, und auch das ganze Körperparenchym durchsetzen können, werden weiter unten bei den Excretionsorganen besprochen werden. Ueber ihre verschiedenen Formen u. s. w. vergl. v. Siebold Lehrbuch der vergl. Anatomie. p. 116 Anmerk.

**) Zu solchen eigenthümlichen Modificationen der Cuticula sind auch die feinen Härchen zu rechnen, welche den Kopf und die Saugnäpfe, oder auch letztere allein bei manchen Cestoden besetzen. Es sind äusserst kleine, gerade oder wenig gekrümmte starre Bildungen, welche dicht aneinander sitzen und ihre Spitze nach hinten kehren, so dass sie wie feine Häkchen sich ausnehmen. G. Wagener hat sie bei *Tetrarhynchus*, *Triaenophorus* und *Cysticercus tenuicollis* beobachtet (Müll. Archiv 1851. p. 211 ff.), Meissner bei einem Taenienscolex aus der Lunge von *Arion Empiricorum* gesehen (Zeitschrift für wiss. Zoolog. Bd. V. 1854. p. 389). Auch an dem Hinterleibsende von Tetrarhynchen hat der erstgenannte Forscher haarartige Bildungen beobachtet, und ähnliche Verhältnisse kommen auch bei manchen Trematoden vor.

***) Die Häkchen der Cestoden besitzen für die Erkenntniss des Zusammengehörens der verschiedenen Entwickelungsformen dieser Thiere eine grössere Wichtigkeit. Man unterscheidet ausser der gekrümmten Spitze am Körper eines solchen Häkchens noch zwei in den Leib des Thieres eingesenkte Fortsätze, an welche Muskeln zur Bewegung der Häkchen angebracht sind. Die Häkchen stehen zumeist in einem doppelten Kranze an einem zwischen den Saugnäpfen liegenden Vorsprunge, fehlen jedoch sehr vielen Cestoden-Gattungen. Der hakenbesetzte Theil entspricht dem sogenannten Rüssel der Acanthocephalen, der von sehr verschiedener Länge erscheint, und bis auf einen kurzen, nur 2 Hakenkränze tragenden Knopf reducirt sein kann. Der Hakenbesatz geht bei einigen auch auf den übrigen Körper über (*Echinorhynchus pyriformis*, *E. hystrix*). — Bei vielen Cestoden geht der durch den Hakenbesatz dargestellte Haftapparat auf die Saugnäpfe über, in deren Grund dann einfache oder Doppelhaken inserirt sind (z. B. *Calliobothryum*, *Acanthobothryum* u. a.). An diese Einrichtung schliessen sich die Tetrarhynchen an, bei denen vier rüsselartige, ringsum mit Häkchen besetzte Blindschläuche über den Saugnäpfen entspringen, und in besondere im Körper liegende Scheiden zurückgezogen werden können. —

der Echinorhynchen, das vordere rüsselartige Ende des Körpers besetzt halten, und an welche sich auch bezüglich der Bildung die eigenthümlichen Stacheln am vorderen Ende mancher Trematoden*) und Trematoden-Larven (Cercarien) anreihen. Die Einfachheit dieser letzteren, neben denen man in der Regel noch einige jüngere Ersatzstacheln findet, sowie ihre Lagerung über dem Munde, vermittelt den Uebergang zu einer anderen Organbildung, die beim Darmcanale abgehandelt wird.

Die Borstenbildung erscheint in der Regel bei vorhandener Gliederung des Körpers, und es stellen diese Theile unendlich variirende Formationen vor, deren specielle Bildung sogar bei den einzelnen Gattungen und Arten grossen Differenzen unterworfen ist. Sie sitzen entweder einzeln oder zu Bündeln vereinigt in follikelartigen Einstülpungen der Haut und können entweder mit dieser oder durch besondere, den Follikeln sich inserirende Muskeln bewegt werden. Borstenbildungen erscheinen schon bei den Sternwürmern (*Echiurus*), und fehlen unter den Ringelwürmern nur den Hirudineen. Sie sind paarweise auf die einzelnen Segmente vertheilt, doch so, dass sie bei vorhandenen Fussstummeln vorzüglich mit diesen verbunden sind und wie Anhänge derselben sich ausnehmen. Es können diese Borsten auch hakige Formen besitzen, wie bei den Tubicolen, oder sie können in schuppenähnliche Bildungen umgewandelt sein und dann zu Ruderorganen dienen. Ihre grösste Entfaltung zeigt die Familie der Aphroditeen, indem hier durch reichlich entwickelte und von den Seiten her unter einander verfilzte Borsten ein zweites Integument auf dem Rücken hergestellt wird, welches einen besonderen Hohlraum nach oben umschliesst.

Die Cutis wird zum grössten Theile durch die Musculatur des Körpers vorgestellt, und ist der Art gebildet, dass die Muskeln sich entweder vielfach unter einander verflechten (bei den meisten Ringelwürmern, auch vielen Plattwürmern**) zu beobachten), oder dass nur eine einfache Längsfaserschicht vorhanden ist (Rundwürmer***), welch' letztere

---

*) Ein einfacher den vorderen Saugnapf umstehender Hakenbesatz ist z. B. bei *Distoma echinatum* vorhanden. Bei *D. ferox* geht die Hakenbildung auf den grössten Theil des Vorderkörpers über.

**) Von Quatrefages werden bei Nemertinen mehrfache Muskelschichten von verschiedenem Verlaufe beschrieben.

***) Die histiologischen Elemente der Musculatur sind allerorten glatte bandförmige Fasern, die durch die mehrfach angelagerten Kerne ihre Gleichbedeutung mit mehrfachen Zellen kundgeben. An verschiedenen Körperstellen bilden sie durch Verästelungen Muskelnetze, und sind dann aus sternförmigen Zellen hervorgegangen. Eigenthümlich verhalten sich die Muskelfasern der Hirudineen, die hohle Cylinder mit verdickten Wandungen vorstellen und im Inneren die Kerne bergen. — Der contractile, von einer zarten Sarcolemmembran umgebene Inhalt der Muskelfasern, oder die Muskelröhren zeigen nicht selten, schon bei Strudelwürmern Andeutungen von Querstreifung, die sich meist nur wie Faltenbildung ausnimmt, doch

Schicht häufig in mehrere Abschnitte zerfällt. Es stellt diese als Cutis erscheinende Musculatur zugleich jene des Körpers vor, und sie bewirkt alle jene Bewegungen, die bei diesen Thieren zu beobachten sind. Nur an wenigen Stellen des Körpers treten eigenthümliche Organe auf, die mit der Musculatur im Zusammenhange stehen und besonders differenzirte Theile vorstellen. Es sind dies die Saugnäpfe. Zur Herstellung dieser Organe sind ringförmige Muskelpartien entwickelt, die eine vertiefte Stelle umgrenzen, in der ausserdem noch eine radiäre Faserschichte ausgebildet ist. Solche Saugnäpfe finden sich bei den Cestoden, Trematoden und Hirudineen verbreitet. In der ersterwähnten Ordnung stehen sie zu vieren am sogenannten Köpfchen des Thieres und sind oft zu weiten Gruben entwickelt, die noch in secundäre Abtheilungen zerfallen können, oder durch übermässige Entwickelung ihres Randes lappen- oder blattartige Gebilde darstellen (*Onchobothrium*, *Calliobothrium*, *Phyllobothrium*). Durch stielartige Bildung der Basis dieser Saugnäpfe kommen dann bei manchen Cestoden füllhornähnliche Gestalten zum Vorschein (*Echeneibothrium* und *Anthobothrium*). Am Körper der Trematoden ist ihre Zahl sehr verschieden und ebenso variabel sind die Stellen ihres Vorkommens. Wenn nur zwei vorhanden sind, so umgibt der eine davon in der Regel die Mundöffnung (Fig. 35. *s*) und der andere findet sich in der Medianlinie des Körpers auf der Bauchseite näher oder entfernter vom Hinterleibsende angebracht (*Distoma*) (Fig. 35. *s'*). Nicht selten ist ein grösserer Saugnapf noch in mehrere Felder getheilt (*Tristoma*), eine Bildung, die an der grossen Saugscheibe des Aspidogaster wohl am weitesten gediehen erscheint (vergl. Fig. 43. *s*). Bei anderen ist eine Mehrzahl von Saugnäpfen (bis 6) am Hinterleibsende zu beobachten, wo sie dann auf beide Seiten symmetrisch vertheilt oder im einfachen Halbkreise angeordnet sich darstellen (*Polystomum*). Innerhalb bestimmterer Grenzen bewegt sich das Vorkommen der Saugnäpfe bei den Egeln. Es ist hier der Hinterleib stets mit einem solchen Organe verschiedenen Umfanges ausgerüstet und die ventrale Lage dieses Napfes, somit auch seine Homologie mit dem ventralen Saugnapfe der Trematoden wird durch die Afteröffnung bestimmt, die immer über ersterem angebracht ist. Auch um die Mundöffnung ist eine ähnliche Saugnapfbildung zu beobachten (*Branchellion*, *Pontobdella* u. a.).

Drüsenartige Organe der Haut scheinen bei den Würmern wenig verbreitet zu sein: wenigstens sind uns solche nur bei den genauer durchforschten Hirudineen und Scoleinen bekannt geworden. Unter den ersteren besitzen *Piscicola* und *Branchiobdella* eine Reihe sehr einfach gebauter Drüsensäckchen im hinteren Saugnapfe, welche Gebilde mit der schmarotzenden Lebensweise dieser Thiere möglicher Weise in

---

kommen bei Ringelwürmern schon Differenzirungen der Substanz der Muskelfasern in queren Abschnittchen vor. Ausgebildete Querstreifung besitzt die gesammte Körpermusculatur der Sagitten.

einiger Beziehung stehen und ein die Befestigung am Wohnthiere beförderndes Secret liefern mögen*). Für die Scoleïnen ist hier der sogenannte Sattel (*clitellum*) der Regenwürmer anzuführen, eine durch zahlreiche Schleimdrüsen gebildete wulstige Erhebung der Haut, welche zur Zeit der Begattung die in der Nähe der Geschlechtsöffnungen liegenden Körpersegmente auszeichnet. Das Secret dieses lebhaft gefärbten Drüsenwulstes wird auf die Oberfläche entleert und liefert die Hüllen für die Eikapseln. Endlich ist hier noch der einen bräunlichen Saft absondernden Hautdrüsen der Alciopen zu gedenken. Sie liegen hinter den Fusshöckern und geben sich durch ihre auf dem glashellen Körper abstechende dunkle Färbung leicht zu erkennen. Ausser ihnen kommen noch zerstreute Schleimdrüsen vor, die ein helles Secret absondern**), und ähnliche Schleimdrüsen mögen auch in der Haut vieler anderer oftmals in eine solche Secretmasse sich hüllender Würmer vorhanden sein.

Die Bewegungen der Würmer kommen im Allgemeinen durch partielle Contractionen und Expansionen des Körpers zu Stande, und selbst in jenen relativ wenigen Fällen, wo besondere Bewegungsorgane vorhanden sind, werden sie vorzüglich durch den schon oben geschilderten Hautmuskelschlauch beherrscht. — Das Vorkommen einer Wimperbekleidung bildet einen wesentlichen Factor für die Ortsbewegung, besonders bei den kleineren Turbellarien (Rhabdocoela arhynchia), während bei den grösseren (Planarien und Nemertinen) die Cilien nur ein untergeordnetes Moment für die Ortsbewegung vorstellen. — Als Hülfsorgane der Bewegung dienen den Trematoden und Hirudineen die Saugnäpfe, und wo Borstenbildungen vorhanden sind, können diese als hebelartig wirkende Hülfsorgane der Bewegung angesehen werden. Diese zu Büscheln vereinigten Borsten werden theils durch die allgemeine Leibesbewegung hervorgestreckt oder eingezogen, theils sind, wie schon oben erwähnt, ihre Follikel mit besonderer Musculatur versehen, und dann erhält ihre Bedeutung für die Ortsbewegung eine grössere Selbständigkeit.

Eine besondere Berücksichtigung vom vergleichend morphologischen Gesichtspuncte aus verdienen die Fussstummeln der Ringelwürmer. Es sind dies symmetrisch angeordnete, immer nur ungegliederte Fortsätze des Körpers, die nicht an jedem Segmente vorhanden sind und die wir als Vorläufer der gegliederten Körperanhänge der Arthropoden betrachten***). Jedes Segment trägt deren bald nur zwei, bald vier,

---

*) Es müssen auch die im Leibe der Clepsinen vorkommenden, mit langem, einfachem Ausführgange in der Haut sich öffnenden Drüsenschläuche hier angeführt werden (vergl. Leydig, Zeitschr. f. wiss. Zoolog. Bd III. p. 316. Anmerk. 2.), sowie auch die zahlreichen Schlauchbildungen, welche die Leibeswände der Arenicolen besetzen, und welche wohl jene, die Röhrengänge dieser Thiere auskleidende Secretmasse abscheiden. —

**) Vergl. Krohn im Archiv für Naturgesch. 1845. p. 176.

***) Solche Fussstummeln besitzen die Tubicolen und freien meerbewohnenden Ringelwürmer. Auch die zwischen den Erdwürmern und Kiemenwürmern stehende Gattung Peripatus ist damit versehen.

und in letzterem Falle sind die einer jeden Seite entfernter oder näher an einander gelagert und zerfallen dann in Rücken- und Bauchstummeln. (Vergl. Fig. 42. *p*, *p'*.) Beide zeigen alle Uebergänge bis zur völligen Verschmelzung zu einem einzigen Paare, welches dann genau die Seiten des Körpers einnimmt und mehrere Borstenbüschel trägt, die sonst auf Rücken- und Bauchstummeln vertheilt waren. Die Homologie dieser Theile mit den Extremitäten der Gliederthiere wird noch vollständiger, wenn wir erfahren, dass auch die Kiemen (bei Euniciden), oder die den Kiemen homologen Gebilde (bei den Nereïden) an den Rückenstummeln ihren Ursprung nehmen (vergl. hierüber bei den Athmungsorganen), so dass sie sich morphologisch ebenso verhalten, wie die durch Gliederung höher entwickelten Füsse der Crustaceen.

§. 23.

Organe der Empfindung.

a) Vom Nervensysteme.

Das Nervensystem der Würmer ist bei allen Hauptgruppen hinreichend erkannt und zeigt sich nach mehreren Typen angeordnet, die jedoch alle aus einander entwickelt werden können, wenn man die Beziehungen dieses Systemes zur allgemeinen Körperform als Ausgangspunct wählt. Zugleich erhält es hier zum ersten Male eine Lagerung und allgemeine Anordnung, die in ihm, von nun an übereinstimmend mit der hier und in den übrigen Abtheilungen der wirbellosen Thiere vorhandenen bilateralen Symmetrie der Körperbildung, eine mit dem Gesammtplane dieser Thiere harmonirende Einrichtung erkennen lassen. Die Centralorgane sind um den Schlund gelagert, oder wo ein solcher wegen mangelnder Nahrungsorgane fehlt, sind sie doch immer im vorderen, einem Kopfe entsprechenden Körpertheile angebracht, beständig gleichmässig auf beide Körperhälften vertheilt. Als typische Form müssen wir ein doppeltes Ganglion annehmen, welches entweder einfach durch Quercommissuren verbunden ist oder durch enge Aneinanderlagerung eine einzige Ganglienmasse darstellt. Bei weiterer Entwickelung verläuft von diesem oberen Schlundganglion noch eine Commissur um den Schlund und bringt einen Nervenschlundring zu Stande, dessen Vollkommenheit durch das Hinzutreten unterer Ganglienmassen noch erhöht wird. Der Entwickelungsgrad dieser Ganglien steht im innigen Zusammenhange mit der Ausbildung der von ihnen Nerven beziehenden Organe, von welchen besonders die Sinneswerkzeuge die Entwickelung der oberen Schlundganglien influenziren. Von den peripherischen Nervenstämmen sind zwei für die weitere Ausbildung des ganzen Nervensystemes von ausnehmender Wichtigkeit. Sie entspringen von den beiden Seitenhälften der oberen Ganglien, oder sie gehen, wenn untere Schlundganglien vorhanden

sind, aus diesen hervor und stellen, mehr oder minder parallel mit einander nach hinten verlaufend, die Hauptnervenstämme des Körpers vor. Je nach der grösseren oder geringeren Breitenentwickelung des Körpers sind sie entfernter oder, auf die Bauchseite rückend, näher an einander gelagert, und da, wo der Körper durch Segmentirung in eine Reihe gleichartiger Abschnitte zerfällt, wiederholt sich diese Gliederung auch am Nervensysteme, und die beiden, ursprünglich seitlich gelagerten Nervenstämme nehmen von Stelle zu Stelle Centralorgane auf. So entsteht für jedes Segment ein Ganglienpaar, welches sich bei höherer Ausbildung durch Quercommissuren verbindet und sogar scheinbar zu einem Ganglion verschmelzen kann, wenn die beiden Längsstämme nahe an einander gerückt erscheinen. Jedes dieser Ganglien stellt eine Wiederholung des ersten ventral gelagerten, d. i. des unteren Schlundganglions vor, und das gesammte System dieser aus den beiden Längsstämmen sich entwickelnden Kette wird als »Bauchmark« oder »Bauchnervenstrang« bezeichnet. Die grosse Selbständigkeit, welche in physiologischer Hinsicht die einzelnen Bauchganglien besitzen, geht daraus hervor, dass einzelne Abschnitte der Ringelwürmer nach ihrer Trennung vom Körper noch längere Zeit fortzuleben im Stande sind, sowie auch aus einzelnen Segmenten unter gewissen Verhältnissen neue Individuen sich entwickeln. Auch die Grössenverhältnisse der Bauchganglien in Beziehung auf die oberen Schlundganglien sind dieser Ansicht von einer beträchtlichen Selbständigkeit der Bauchmarkabschnitte günstig, und wo Sinneswerkzeuge nur wenig entwickelt sind, werden die einzelnen Bauchganglien von den oberen Schlundganglien nur wenig übertroffen. Was die Deutung der letzteren angeht, so können wir sie einem »Gehirne« für gleichbedeutend erachten, zumal auch die meisten Sinneswerkzeuge von ihnen mit Nerven versehen sind. Es darf aber hier nicht ausser Acht gelassen werden, dass die Bedeutung einer Gehirnbildung keineswegs jene ist, wie wir sie von höheren Organismen deriviren. Sie muss vielmehr in demselben Grade gering gefasst werden, als das Bauchmark eine hohe Ausbildung zeigt*).

Die Ganglienbildung an den Hauptnervenstämmen wird auch bei

*) Für den feineren Bau des Nervensystems der Würmer ist anzuführen, dass in den Centraltheilen sowohl solche Zellen gefunden wurden, welche Fortsätze aussenden, somit als Nervenursprünge zu betrachten sind, als auch solche, die ohne Ausläufer, also für sich abgeschlossen, bestehen; doch möchten wohl auch die letzteren sich noch als mit Fortsätzen versehen herausstellen. In den Bauchganglien der Ringelwürmer sind theils Ganglienzellen vorhanden, die nur die in die Commissuren tretenden Nerven abgeben, theils solche, welche peripherische Nerven entspringen lassen. Die Nerven sind sämmtlich blasse, bandartige Fasern, und in den grösseren Stämmen zeigt sich die Theilung in Fibrillen nur durch eine oft sehr zarte Längsfaserung ausgedrückt. — Ueber den Bau der Ganglien ist zu vergleichen Bruch in der Zeitschr. für wiss. Zoologie, Bd. I. p. 164; von neuern Untersuchungen jene des E. Faivre in *Ann. des sc. nat. Sér. IV. T. 6. p. 16.*

einigen ungegliederten Würmern (Nemathelminthen) angetroffen. Es ist aber durch die unregelmässige Anordnung der centralen Elemente (Ganglienzellen) ein Unterschied von der bestimmteren Gliederung des Bauchstranges gegeben, und wir können jene Bildung nur als die erste Andeutung einer höheren Potenzirung ansehen, die erst später zur Bildung eines Bauchmarkes führt.

Es lassen sich aus dieser Bildungsreihe des Nervensystems die drei wichtigsten Formen als ebenso vielen grösseren Abtheilungen der Würmer angehörig hervorheben, und so finden wir

1) zwei getrennte, den Seitentheilen des Körpers oder der Bauchfläche zugetheilte Nervenstränge bei den Plattwürmern;
2) mehre, meist verbundene, durch ganglionäre Einlagerungen höher potenzirte Längsstämme bei den Rundwürmern, und endlich
3) zwei, mehr oder minder zu einem einzigen Bauchstrange vereinigte, eine regelmässige Ganglienkette vorstellende Stränge bei den Ringelwürmern.

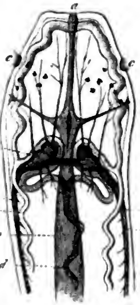
Aus der Betrachtung der speciellen Verhältnisse und der mannichfaltigen, für das richtige Verständniss des gesammten Planes wichtigen Modificationen in den einzelnen Classen lässt sich Folgendes hervorheben:

Unter den Plattwürmern sind es die Cestoden, die hinsichtlich des Nervensystemes von den in den übrigen Abtheilungen durchgeführten Einrichtungen eine Ausnahme zu bilden scheinen, indem hier, nach den Untersuchungen G. Wagener's, in dem sogenannten Köpfchen der Scolexform nur Ein Ganglion besteht, welches vor- und rückwärts einzelne Fäden absendet*). Berücksichtigen wir jedoch hier den Mangel eines Verdauungsapparates, sowie die gering entwickelte Bilateralsymmetrie, die erst an den Gliedern einer Cestodenkette zur Ausbildung kommt, so müssen wir in dem einfachen Nervenknoten die Summe jener Theile erkennen, die sonst bei den Plattwürmern in zwei seitliche Hälften geschieden und durch Commissuren verbunden sind. Dieselben Formverhältnisse, wie das Nervensystem der Cestoden, weist auch jenes der sonst den Rundwürmern zugerechneten Acanthocephalen auf, indem ein grosser, im Grunde der Rüsselscheide liegender Ganglienknoten eine Anzahl feiner Nervenfäden nach verschiedenen Richtungen absendet, und die nach hinten tretenden die Rüsselscheide durchbohren lässt. —

Trematoden und Turbellarien tragen am Nervensystem schon eine deutlichere Ausbildung des bilateral-symmetrischen Bauplanes. Es

*) Von dem viereckigen Ganglienknoten gehen bei Tetrarhynchus die vorderen Nervenfädchen zur Stirne ab, die hinteren treten nach etwas längerem Verlaufe an die Scheiden der vier Hakenrüssel. Eigenthümlich ist das Verhalten bei *Tetrarhynchus megacephalus*, wo die Fäden zu den vier Rüsselscheiden von einer Ecke des Knotens, die zur Muskelhaut des Körpers von den andern Ecken abtreten.

Fig. 27.



ist hier ein zur Seite des Schlundes befindliches oder dem Schlunde aufliegendes Ganglienpaar vorhanden, welches durch eine kürzere oder längere Quercommissur zu einem Centralorgane vereinigt erscheint und nach vorne wie hinten Nervenfäden aussendet*). Am meisten sind die Centraltheile bei den Nemertinen entwickelt, wo sie jederseits aus mehren grösseren Ganglienmassen bestehen (Fig. 27. *n*) und überdies noch durch eine zarte, unter dem Schlunde verlaufende Commissur einen wirklichen Schlundring herstellen. Die peripherischen Nerven treten theils vorne zum Schlunde, theils zu den Integumenten des Kopfes, und besondere Stämmchen sind für die auch bei Planarien häufig in mehrfacher Zahl vorhandenen Sehorgane bestimmt. Bei den Nemertinen gehen überdies noch beträchtlich starke Nervenstämme zu den jederseits am Kopfe liegenden Wimpergruben. Von den nach hinten gerichteten Nervenstämmen ist auf jeder Seite einer durch längeren Verlauf und bedeutendere Dicke ausgezeichnet (Fig. 27. *n'*), besonders bei jenen Plattwürmern, deren Körper vorzüglich in die Länge entwickelt ist, und hier lässt er sich, unter Abgabe zahlreicher Aeste, bis zum hinteren Körperende verlaufend nachweisen. Bei manchen Nemertinen (*Oerstedia* nach Quatrefages) ergibt sich eine auffallende Annäherung der beiden Längsstämme gegen einander; ja es hat sogar den Anschein, als ob hier eine Ganglienbildung stattfinde, indem immer einer jeden Verzweigung eine kleine Anschwellung des Stammes entspricht**).

Durch die vorige Form wird der Uebergang zu den Rundwürmern

Fig. 27. Vorderkörper von *Borlasia camilla* *a*. Oeffnung des Rüssels. *p*. Rüssel. *c*. Seitliche Wimpergruben. *n*. Obere Schlundganglien (Gehirn), in zwe seitliche Nervenstämme *n'* übergehend. *l*. Seitliche Blutgefässe, die vorn bogenförmig ineinander übergehen, und hinten am Gehirne je einen mittleren Ast abschicken, der sich mit dem der andern Seite zu einem dorsalen Gefässstamme, *d*, vereinigt. (Nach Quatrefages.)

*) Das Nervensystem der Trematoden ist von Bojanus, Mehlis und vielen Andern bei einer grossen Zahl von Gattungen nachgewiesen worden. Unter den Neueren hat sich besonders v. Siebold darum verdient gemacht. Wir kennen dies Organsystem von vielen Distomeen, von *Amphistoma*, *Tristoma* (durch Kölliker), *Polystoma* (durch v. Beneden) und auch von der merkwürdigen Gattung *Dactylogyrus* (durch Wagener). —

Auch für die kleineren Turbellarien (die *Rhabdocoela arhynchia*) ist das centrale Nervensystem bei einer nicht geringen Anzahl durch M. Schultze bekann geworden. —

**) Das in die Nähe der Trematoden und Turbellarien zu stellende Genus *Myzostoma* ist mit einer centralen grossen Ganglienmasse versehen, von der zahlreiche grössere Stämme (10 an der Zahl) ringsum ausstrahlen.

und gleichzeitig zu den Ringelwürmern vermittelt. Das Nervensystem der Nemathelminthes (die schon oben, nach den Cestoden eingereihten Acanthocephalen ausgenommen) characterisirt sich als eine höhere Stufe vorzüglich durch die Vereinigung einer Anzahl von Ganglien zu einem den Schlund umgebenden Ringe, der jedoch sehr häufig nur wenig differenzirt erscheint. Zwei obere Ganglien sind jenen der Plattwürmer analog und vereinigen sich mit mehren Ganglienpaaren, die der Bauchfläche angehören. Ausser einzelnen, an die benachbarten Theile, namentlich zum Munde tretenden Fädchen gehen aus der Schlundganglienmasse zwei Paar Nervenstränge hervor, von denen sich eines entweder zu einem Rückenstamme vereinigt oder (wie bei *Ascaris ornata*) längs der Seiten des Körpers herab verläuft, indess das andere, stets einen Bauchstamm bildend, in der Medianlinie des Körpers sich fortsetzt. Der Verlauf dieser Stämme findet sich immer dicht unter dem Hautmuskelschlauche, und von ihren beiden Seiten gehen zahlreiche Nervenfäden an jenen ab. Am hinteren Körperende besitzt der Bauchnervenstamm sowohl bei Gordiaceen als Nematoden nochmals eine grössere Ganglienanschwellung, die auch in einige kleinere, hinter einander liegende aufgelöst sein kann. Diese verschiedenen Nervenstämme der Rundwürmer sind durchaus nicht als einfache peripherische Theile anzusehen; sie bestehen vielmehr aus mehrfachen Reihen von Ganglienzellen, die unter sich durch Queranastomosen verbunden sind, so dass die Stränge als fortgesetzte Centralorgane gedeutet und dem Bauchmarke der Ringelwürmer verglichen werden können*).

Es kann hier auch das Nervensystem der Sagitta sich anschliessen, bei welchem wir in dem Bestehen eines einzigen ovalen Bauchknotens eine viel mächtigere Concentrirung antreffen. Zwei nach vorne sich begebende Stämme vereinigen sich auf dem Kopfe zu einer Nervenschlinge und bilden so einen Schlundring von beträchtlicher Weite. Zwei andere Stämme begeben sich an den Seiten des Körpers nach hinten**).

Das Nervensystem der Gephyreen reiht sich sowohl an jenes der Nematoden als an das der Ringelwürmer an, indem es aus einem Schlundringe und einem Bauchmarke besteht, an welch' letzterem bald unregelmässige Anschwellungen (z. B. *Echiurus*), bald regelmässige Ganglienbildung (z. B. *Bonellia*) vorkommen. Bei Sipunculus ist der aus den Comissuren der oberen Schlundganglien hervorgehende Bauchstrang sogar erst am hinteren Körperende mit einer Ganglienanschwellung versehen***).

---

*) Ueber das erst in neuerer Zeit genauer bekannt gewordene Nervensystem der Rundwürmer vergl. vorzüglich Meissner *l. c.*; Wedl, Sitzungsberichte der Wiener Academ. Bd. XVII. 1855. p. 298. Walter, Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. VIII. 1857. p. 181.

**) Vergl. Krohn, Anatom. physiolog. Beobacht. über *Sagitta bipunctata*. 1844.

***) Für das Nervensystem der Gephyreen sind wichtig: Krohn in Müller's Archiv 1839. p. 348. — Quatrefages in *Ann. des sc. nat. Sér. III. T. VII.* 1847.

Unter den übrigen Ringelwürmern ist dagegen eine ausnahmslose Gliederung des Bauchstranges characteristisch geworden, denn selbst da, wo die beiden Längsstämme des Bauchmarkes nur an ihrem hintersten Ende durch Queranastomosen verbunden sind, wie bei *Malacobdella* (Fig. 28), sind regelmässige ganglionäre Anschwellungen an ihnen zu beobachten (Fig. 28. b. b'). — Eine dem Oesophagus aufliegende, oft aus einer

Fig. 28.



Fig. 29.

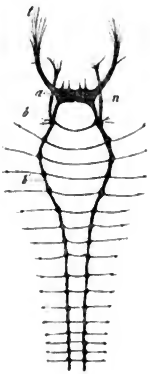
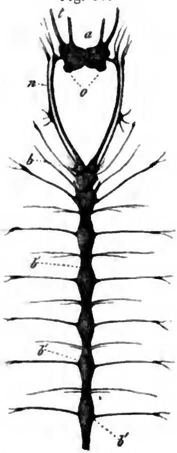


Fig. 30.



grösseren Zahl von Ganglien gebildete Hirnmasse verbindet sich bei den Ringelwürmern durch Seitenstränge mit dem Bauchmarke, welches immer bis an's Ende des Körpers verläuft. Die Grösse des Gehirnes und die Entfaltung seiner einzelnen Ganglienabschnitte ist von der Entwickelung der am Kopfe befindlichen Anhänge und Sinnesorgane abhängig. Sie ist am ausgebildetsten bei den am Kopfe mit Kiemen versehenen oder auch hier reichliche Fühler tragenden Würmern. — Der Bauchnervenstrang besteht aus einer Anzahl hinter einander liegender Ganglien, die durch Längscommissuren verbunden werden (Fig. 29), und zwar sind diese immer doppelt, denn auch da, wo dem blossen Auge sich ein einfacher

Fig. 28. Nervensystem von *Malacobdella grossa*. *a*. Schlundganglien. *b*. Erstes Ganglion der lateralen Nervenstämme, äquivalent dem unteren Schlundganglion der übrigen Würmer. *b'* Folgende Ganglien.

Fig. 29. Nervensystem von *Serpula contortuplicata*. *a*. Obere Schlundganglien. *b*. Untere Schlundganglien. *b'* Bauchstrang. *n*. Nerven für Mundtheile. *t*. Antennennerven.

Fig. 30. Nervensystem von *Nereis regia*. *o*. Augen, dem oberen Schlundganglion aufsitzend; die übrige Bezeichnung wie in Fig. 29. (Nach Quatrefages.)

Strang darstellt (Fig. 30), sind beide einander sehr genäherte Hälften microscopisch unterscheidbar. Sehr auseinandergerückt sind die beiden Längsstränge des Bauchmarkes bei den Peripatiden*), bei denen auch eine regelmässige Ganglienanschwellung nicht wahrzunehmen ist. Doch dürfte die Einlagerung von Centraltheilen auch hier nicht fehlen, wie schon aus den Verdickungen am Ursprunge der zahlreich abgehenden Nervenäste ersichtlich ist. Die beiden Längsstämme werden durch quere, aber unregelmässig angeordnete Commissuren unter einander vereinigt. Die gleichfalls noch getrennten Längsstämme vieler Röhrenwürmer (*Serpula*, *Sabella* u. a.) zeigen regelmässige Quercommissuren, die am vorderen Körpertheile länger, am hinteren Körpertheile bei beträchtlicher Näherung der Längsstämme kürzer erscheinen (Fig. 29). Sie treffen immer genau auf die Ganglienanschwellungen der Längsstämme, so dass die Vereinigung vorzüglich diesen gilt. Bei den übrigen Ringelwürmern, so bei den Scoleïnen, Hirudineen und den freien Kiemenwürmern wird das Bauchmark von einem einheitlichen Strange dargestellt, der aus der Vereinigung der beiden Längsstämme und der in diesen eingefügten Ganglienanschwellungen hervorgeht (Fig. 30). Die Aufeinanderfolge der Ganglien ist von der Entwickelung der Körpersegmente abhängig. Einander sehr genähert, manchmal sogar dicht aneinander stossend, sind sie am Bauchstrange vieler Nereïden, Amphinomiden und Euniciden zu treffen, und auch bei den Scoleïnen zeigt das Bauchmark dicht gereihte Anschwellungen. Die grösste Concentrirung ist dagegen bei *Clymene* und *Cirratulus* zu beobachten. In weiter stehenden Abschnitten folgen sich die Bauchganglien der Hirudineen, bei denen das letzte, dem Endganglion des Nervenstranges der Nematoden vergleichbar, zu einer beträchtlicheren Grösse anschwillt und den Saugnapf des Körperendes mit Nerven versieht. —

Von peripherischen Nerven sind ausser den von den oberen Schlundganglien zu den Sinnesorganen tretenden noch besondere Stämmchen anzuführen, welche in die Bildung eines Eingeweidenervensystems eingehen. — Die von der Bauchkette entspringenden Nerven treten in der Regel von den Ganglienanschwellungen ab; doch findet sich bei manchen Abtheilungen auch ein, jedoch nur scheinbarer Ursprung von den Längscommissuren, indem der Nerv immer auf das nächst vorliegende Ganglion zurückgeleitet werden kann. Solche Verhältnisse kommen vor bei den Siphonostomen, bei *Aphrodite*, sowie bei Nereïden und den Lumbricinen. Sehr häufig bilden die seitlichen Aeste des Bauchmarks, nachdem sie quer in die Segmente verliefen, noch kleine, meist am Ursprunge der Fussstummeln liegende Ganglien, von denen aus erst eine weitere Verzweigung erfolgt. Es können auch diese peripherischen Ganglien wieder durch Längsstämmchen verbunden sein, so dass zu dem me-

*) Vergl. hierüber Grube, Ueber den Bau von *Peripatus Edwardsii*. Müller's Archiv. 1853.

dianen Bauchmarke noch ein Paar seitlicher Längsstämme tritt. Am meisten entwickelt ist dieses Verhältniss bei den Amphinomiden*).

Ein Eingeweidenervensystem scheint als gesonderte Einrichtung den unteren Abtheilungen der Würmer zu fehlen, wenn man nicht einzelne, bei den Plattwürmern vorhandene Fädchen, die vom Schlundganglion auf den Darmcanal übertreten, als solche Andeutungen ansehen will. Dagegen ist ein bei den Nemathelminthen auf dem Rücken verlaufender Nerv dem sympathischen Systeme vergleichbar. Doch in vollkommenerer Ausbildung ist das Eingeweidenervensystem erst bei den Ringelwürmern anzutreffen. Es besteht hier theils aus Nerven, die von dem oberen Schlundganglion aus nach vorne an die Mundorgane treten, und die namentlich bei den mit einem hervorstreckbaren Rüssel versehenen (*Phyllodoce*, *Glycera*) zahlreiche Ganglienanschwellungen herstellen Unter den Gephyreen entspringen von den seitlichen Commissuren des Schlundringes mehrfache auf dem Darme nach rückwärts verlaufende Stämme, wodurch ein bei den höheren Ringelwürmern vollkommener ausgebildetes System angedeutet wird. Es kommt ein solches zu Stande durch einzelne vom Gehirne ausgehende Stämmchen, welche sich mit seitlichen Ganglien verbinden und kleine, den Anfangtheil des Darmes begleitende Geflechte herstellen **).

b) Von den Sinnesorganen.

Von den höheren Sinnesorganen sind bis jetzt mit Bestimmtheit nur Seh- und Gehörwerkzeuge nachgewiesen worden, aber auch der Tastsinn ist als durch besondere Organe vertreten anzusehen, wie schwer es auch sein mag, für dieses oder jenes als ein äusserer Anhang des Körpers sich zeigende Gebilde die Tastfunction festzustellen. In der Regel ist es das vorderste Körpersegment, welches durch reichliche Versorgung mit Nerven an seinen weichen Partien zum Tasten geeignet erscheint und überdies noch zuweilen — am beständigsten bei Ringelwürmern — eine bewegliche Verlängerung vorstellt, wie dies bei der Oberlippe der Lumbricinen und Naïden der Fall ist. Bei vielen Turbellarien, dann bei den Trematoden mögen gleichfalls die weichen Mundtheile tastend fungiren, und bei den Nematoden treffen wir sogar sehr complicirt gebaute Lippenbildungen um die Mundöffnung. Bei manchen Planarien bilden sich durch directe Verlängerung gewisser Stellen des vorderen Körpers tentakelartige Fortsätze, die aber noch nicht als differenzirte Organe anzusehen sind. Bestimmter treten diese erst bei den kiementragenden Ringelwürmern auf, welche fast alle mit contractilen, häufig auch gegliederten Anhängen am Kopfe versehen sind

*) Vergl. Grube, *de Pleione carunculata. Regiomontii*, 1837.

**) Vergl. über das Nervensystem der Ringelwürmer Quatrefages, *Ann. des sc. natur. Sér. 3. Tom. XIV. p.* 329.

(Fig. 31. *b*). Es werden diese als Fühler oder Antennen bezeichnet; sie finden sich symmetrisch vertheilt und werden immer mit besonderen Nervenstämmchen versehen, die vom Gehirnganglion entspringen. Häufig besteht auch noch ein mittlerer, unpaarer Fühler, der dann der oben erwähnten Verlängerung der Oberlippe entspricht (Fig. 31. *c*). Die Zahl der Kopffühler ist keine bestimmte, sondern wechselt nach Familie, Gattung und Art. Am mächtigsten entwickelt sind sie bei gewissen Röhrenwürmern; so bei *Terebella*, wo sie äusserst lange, einen dichten Büschel darstellende Fäden bilden, welche den Kopftheil im Halbkreise stehend besetzen. Die Enden dieser Fäden können sich verbreitern und wie Saugorgane sich festsetzen, wodurch das Thier zum Theile eine Art von Locomotion vollführt. Ueberdies kommen ihnen auch noch andere Bedeutungen zu, von denen die Herbeischaffung von Nahrungsstoffen die wichtigste ist. Eine eigenthümliche Umwandlung erleiden die beiden Fühler der *Serpula*-Arten. Beide sind nämlich zu kolbenförmigen Organen gebildet, von denen das eine, zumeist jenes der rechten Seite angehörige beträchtlich länger, der Länge der sogenannten Kopfkiemen gleichkommt und am Ende in einen stempelförmigen Anhang ausläuft, der beim Zurückziehen des Thieres die Oeffnung der von letzterem bewohnten Röhre, der er genau angepasst ist, verschliesst*). Die bei vielen Ringelwürmern (Sylliden u. s. w.) seitlich an den Fussstummeln angebrachten Cirren (Fig. 31. *d*) sind, wenn auch einer anderen Organreihe angehörig (vergl. bei der Athmung), doch sicher auch als Tastwerkzeuge anzusehen.

Organe des Geruches scheinen nur bei Nemertinen vorzukommen, wenn man die bei diesen seitlich am Kopfe angebrachten Gruben, die mit einer dichten Wimperüberkleidung versehen sind, als solche Organe ansehen darf. Dass sie zur Wahrnehmung von Sinneseindrücken dienen, möchte wohl aus den von den oberen Schlundganglien zu ihnen tretenden starken Nerven erhellen; doch muss natürlich dahingestellt bleiben, welcher Qualität die durch sie vermittelte Wahrnehmung ist. Bei den übrigen Würmern sind keine ähnlichen Bildungen vorhanden, und bei allen kennen wir keinerlei Organe, die etwa einem Geschmackssinne vorstehen könnten.

Als Gehörwerkzeuge treten uns hier wiederum jene bläschenförmigen Bildungen entgegen, die schon bei den Coelenteraten besprochen worden sind. Ihre Verbreitung findet theils unter den Turbellarien, theils unter den Ringelwürmern statt. In der ersteren Abtheilung erscheinen sie als einfache, dem Centralnervensysteme aufliegende Gebilde, die eine rundliche Concretion (einen Otolithen), zuweilen noch mit ein Paar kleinen seitlichen Ansätzen, einschliessen (*Monocelis*, *Microstomum*, *Derostomum catenula*, *Macrostomum auritum* u. a.). Die Gehörorgane der Ringelwürmer zeichnen sich vor Allem durch ihre Duplicität aus;

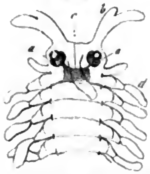
*) Auch *Spirorbis* ist mit einem solchen stempelförmigen Schliessorgane der Röhre versehen.

sie finden sich stets dem Schlundringe angelagert und kommen namentlich bei den meerbewohnenden Kiemenwürmern vor, so bei *Arenicola*, *Amphicora*. Die Otolithen finden sich häufig in grösserer Zahl und sind auch in Bewegung gesehen worden, die von einer Wimperauskleidung der Gehörblase herrührt.

Die Verbreitung der Sehwerkzeuge zeigt sich, wie auch sonst vielfach, von der Lebensweise und dem Aufenthalte der Thiere abhängig. Sie fehlen allen in den Eingeweiden anderer Thiere lebenden Würmern *), sowie auch solchen, die ihre Wohnorte im Dunkeln, so in der Erde, im Schlamme oder unter Steinen u. dergl. besitzen. Die Bildung der Sehorgane hebt mit sehr niederen Zuständen an, und es sind häufig nur Augenflecke, Pigmenthäufchen von verschiedener, rother, brauner oder schwarzer Farbe, welche den vord rsten Theil des Körpers vieler Turbellarien und auch mancher Hirudineen und Ringelwürmer auszeichnen und so nur die Stelle andeuten, an welcher bei andern Arten höher entfaltete Organe vorhanden sind. Besonders Nemertinen und Planarien sind mit solchen Augenflecken versehen, die ersteren in der Regel mit zweien oder vieren (*Tetrastemma*), die letzteren mit ganzen Reihen, die in regelmässiger Weise gruppirt sind. Aber schon unter den rhabdocoelen Strudelwürmern treffen sich manche Gattungen, bei denen ein sphärischer, stark lichtbrechender Körper in die Pigmentmasse eingebettet erscheint, so dass wir diese Gebilde, zu denen auch stets ein Nerv gehend beobachtet wird, in bestimmterer Weise für Sehorgane ansprechen dürfen. So beschaffen sind auch die Sehwerkzeuge mancher dendrocoelen Strudelwürmer, sowie jene der meisten Hirudineen. Die Stellung der in mehrfacher Zahl vorne am Kopfe (2—10) vorkommenden Augen ist bei den letzteren in der Regel halbkreisförmig und dieselbe Anordnung und Lage zeigen auch die Augenflecke und die wirklichen Augen der Planarien. Aehnliche einfache Augenformen finden sich bei vielen röhrenbewohnenden Ringelwürmern, dann unter den Gephyreen bei den Sipunculiden, wo sie paarig dem obern Schlundganglion aufgesetzt sind. Auch bei vielen freien Ringelwürmern, den Sylliden, Nereïden etc. lagern sie von der Hautoberfläche entfernter, und sind zu einem oder zwei Paaren an der vorhin erwähnten Stelle angebracht. Bei einer mehr oberflächlichen Lagerung wölbt sich die äussere Hautdecke, zu einer Cornea werdend, über sie hinweg, und so finden wir sie bei einigen Sylliden und Nereïden

*) Den frei im Wasser lebenden Larvenformen von Trematoden kommen Augenflecke zu, die meist paarig am Kopfe stehen. Beim Embryo von *Monostomum mutabile* sind in den schwarzen Pigmentflecken am Kopfe linsenartige, lichtbrechende Körper von G. Wagener beobachtet worden, und auch bei einer Art der an den Kiemen unsrer Süsswasserfische schmarotzenden Dactylogyren, die alle mit vier Pigmentflecken versehen sind. Der Zutritt von Nervenfädchen, der hier jedenfalls für die Deutung der Organe entscheidend sein muss, ward gleichfalls von obigem Forscher nachgewiesen. —

Fig. 31.



(z. B. *Myrianida, Sacconereïs* u. a.) (Fig. 31. *a*). Diese Augenbildung erhält eine höhere Potenzirung durch das Auftreten mehrfacher lichtbrechender Körper*), wofür vorzüglich die beiden Augen der *Sagitta* und die drei am Kopfe von *Polyophthalmus* stehenden Augen anzuführen sind, bis wir in den Augen der Alciopen die höchste Entfaltung dieses Organes antreffen, indem hier nicht allein ein sehr complicirt gebauter, der Retina des Wirbelthierauges vergleichbarer, percipirender Apparat, sondern auch ein sehr entwickeltes lichtbrechendes Organ, ja sogar auch eine Iris und Tapetumschichte wahrnehmbar wird. Es gehören deshalb die Sehwerkzeuge der Alciopen zu den höchst entwickelten, die erst unter den höheren Thieren ihre Anschlüsse finden**).

Die Vertheilung der Sehwerkzeuge findet nicht ausschliesslich am Kopfe der Thiere statt. So sind bei *Amphicora*, *Lumbriconereïs*, auch am letzten Körpersegmente solche Organe angebracht, und bei *Polyophthalmus* sind ausser den am Kopfe befindlichen sogar noch an jedem Körpersegmente Augenpaare zu finden, die durch einfache lichtbrechende Körper von den ersteren verschieden sind. Eine solche Wiederholung der höheren Sinnesorgane ist für die ganze Auffassung der Segmente von hoher Bedeutung, indem der Umstand, dass die in Rede stehenden Organe ihre Nerven von den Bauchganglien erhalten, die Segmente selbst als selbständigere Körpertheile erscheinen lässt. Eine ganz abweichende Lagerung zeigen die Augen bei einigen, den Sabellen nahe stehenden Röhrenwürmern, wo sie an den, am Kopfe sitzenden Kiemenfäden angebracht sind und an jedem derselben in mehrfacher Zahl in einer Reihe hintereinander gelagert vorkommen.

§. 24.

Organe der Ernährung.

a) Von den Verdauungsorganen.

Die Ernährung erfolgt nur bei einigen in anderen Thieren lebenden Würmern auf endosmotischem Wege durch die Hautdecke; hierher gehö-

Fig. 31. Vorderkörper einer *Myrianida*. *a, a*. Augen. *b*. Seitliche Fühler. *c*. Unpaarer Stirnfühler. *d*. Cirren der Rückenstummeln.

*) Ich muss hier darauf aufmerksam machen, dass die sogenannten lichtbrechenden Körper im Auge der Wurmer sich wohl durchgehend als Homologa der Krystallstäbchen der Arthropoden herausstellen werden, indem der Nerv mit ihnen in Verbindung getroffen wird. Solches ward von mir an den Augen von Egeln (*Sanguisuga*) beobachtet, und ich nehme darauf hin keinen Anstand, diese Form des Sehorganes den einfachen Augenformen der Arthropoden an die Seite zu stellen, und darin ein neues verwandtschaftliches Verhalten der beiden grossen Thierabtheilungen zu erkennen.

**) Vergl. über das Auge der Alciopen: Krohn im Archiv für Naturgeschichte, 1845. p. 179; Leydig, Lehrbuch der Histologie. p. 259.

ren die Cestoden, Acanthocephalen und wenige Trematoden*). Bei den übrigen besteht immer ein bestimmter Nahrungscanal, der in vielfachen Formen auftritt und in folgenden zwei, durch reiche Uebergänge vermittelten extremen Bildungen sich darstellen lässt. Nehmen wir hierbei auch die allgemeine Körperform in Betrachtung, so ergibt sich die Form des Darmcanals mit dieser in engem Zusammenhange. Bei den einen, die durch gestreckten, wenig in die Breite entwickelten Körper ausgezeichnet sind, treffen wir den einfachen Darm in meist geradem Verlaufe die Länge des Körpers durchziehen; mit einer Breitenentfaltung des Körpers treffen wir dagegen an der Darmhöhle entweder einfache seitliche Aussackungen, die wie Blindschläuche gestaltet sind, oder die bei höherem Grade der Verästelung den ganzen Körper durchziehen. Characteristisch für die Würmer ist der Mangel von Windungen am Darmcanale, so dass mit nur wenigen Ausnahmen**) Mund- und Afteröffnung je an einem Körperende angebracht sind. Ein After fehlt übrigens vielen Würmern, so sämmtlichen Strudelwürmern, (mit Ausnahme der Nemertinen und Microstomeen) ferner den Trematoden und Gordiaceen. Die Mundöffnung liegt in der Regel am vorderen Körperende, meist der Bauchseite genähert, rückt aber vielfach wirklich auf die Bauchfläche, oft bis zur Mitte derselben und auch darüber hinaus. Diese verschiedene Lagerung ist besonders bei Strudelwürmern zu beobachten (Nemertinen, Planarien, Mesostomeen, Opistomeen). Die am vorderen Körpertheile mit einem Saugnapfe versehenen Trematoden und Hirudineen zeigen die Mundöffnung inmitten desselben angebracht, und dann dient der Saugnapf zugleich als Mundorgan und ist zum Einbringen der Nahrung behülflich. Bei vielen Würmern führt die Mundöffnung in einen musculösen Schlund von rundlicher oder cylindrischer Form, der in letzterem Falle rüsselartig hervorstreckbar ist. Da den mit einem solchen protractilen Rüssel ausgestatteten Würmern ein besonderer musculöser Schlundkopf abgeht, so kann dieser Rüssel auch als Analogon eines solchen angesehen werden. Wir fänden somit in diesem Organe kein neues Gebilde, sondern müssten in ihm nur einen vorzugsweise musculösen Theil des Darmcanals sehen, der bei den einen hervorstreckbar ist, bei den andern nicht. Das Erstere ist der Fall bei vielen rhabdocoelen Strudelwürmern und auch bei den Planarien, bei welch' letzteren der Rüssel (Fig. 36. *p*) sogar eine beträchtliche Grösse besitzt, und in manchen noch die Eigenschaft kundgibt, selbst vom Thiere abgerissen noch Schlingbewegungen mit Erfolg zu versuchen. Unter den Egeln sind die Clepsinen mit einem ähnlichen Rüssel aus-

*) Ein Darmcanal fehlt unter den Trematoden z. B. bei *Amphiptyches urna* nach G. Wagener, in Müller's Archiv, 1852.

**) Es bilden diese Ausnahmen die meisten Gephyreen, die auch noch durch andere Organisationsverhältnisse von den Würmern sich entfernen und zu den Echinodermen Anschlüsse bieten.

gestattet, und auch viele Fussstummeln tragende Ringelwürmer sind damit versehen *). Eine Bewaffnung der Mundhöhle oder der Umgebung des Mundes mit kieferartigen Organen kommt schon bei den Nematoden **) in Form eines Hakenbesatzes oder eines aus festen, hornartigen Leistchen bestehenden Apparates vor, ist aber vorzüglich unter den Ringelwürmern ausgebreitet. Wir finden Kieferstücke bei vielen Egeln; bald sind es drei, am gewölbten Rande mit einer Zähnchenreihe besetzte Kiefer (*Sanguisuga* und *Haemopis*), bald deren zwei, ein oberes und ein unteres, die senkrecht gegen einander wirken (*Branchiobdella*). Die freien Kiemenwürmer sind mit hakenartig gekrümmten, seitlich gegen einander gerichteten Kiefern versehen, die sowohl in der Zahl (2—9), wie in Gestaltung und Befestigungsweise verschiedene Verhältnisse bieten ***).

Als eine andere Art accessorischer Mundtheile, von der eigentlichen, eben besprochenen Kieferbildung nicht wenig verschieden, sind die vorzüglich bei Plattwürmern verbreiteten und über dem Munde gelegenen Bohrorgane anzusehen. Betrachten wir diese Organe in ihrer extremsten Entwickelung bei den Nemertinen, so finden wir hier einen über dem Darmcanale gelegenen Schlauch (Fig. 32. *a*), der, oft mehrfach gewunden, am Kopfe des Thieres oberhalb des Mundes sich öffnet. Vom Grunde dieses verschieden langen Organes entspringt ein Muskel (Fig. 32. *mr*), der, gleichfalls Windungen darstellend, an irgend einer Stelle der Körperwand inserirt ist. Die Höhlung dieses Schlauches lässt tief im Grunde einen starken nach vorne gerichteten Stachel (Fig. 32. *b*) erkennen, dem zur Seite noch mehre kleinere, wahrscheinlich zum Ersatze dienende Stachelbildungen gelagert sind (Fig. 33. x'). Das ganze Organ ist hervorstreckbar, indem es der Art ausgestülpt werden kann, dass die an seinem blinden Ende gelegene Stachelrüstung an die Spitze tritt und der vorhin erwähnte Muskel nach innen zu liegen kommt. Die Function des letzteren ist offenbar die eines Retractors, der erst in Thätigkeit tritt, wenn der Schlauch ausgestülpt wurde. Demzufolge ist auch die Länge des Muskels eine der Länge des Schlauches entsprechende,

---

*) Z. B. die Glycereen, Nephthiden, Phyllodoceen, Sylliden u. a.

**) Es müssen auch die am Munde vieler Nematoden vorkommenden Knötchen den Kauwerkzeugen beigerechnet werden. — Die hornigen Leistchen und Zahnbildungen, die namentlich bei den kleineren, bisher nur wenig beachteten Rundwürmern der süssen und salzigen Gewässer vorhanden sind, zeigen nach den Gattungen und Arten grosse Verschiedenheiten. Vergl. hierüber M. Schultze in *Icones zootomicae* von V. Carus, Tafel VIII. von *Diplogaster, Rhabditis, Enoplus*.

***) Zwei Kiefer besitzen die meisten Nereiden; acht finden sich bei den Aphroditeen, und drei auf der einen, vier auf der andern Seite sind bei Euniciden beobachtet. —

An diese Kieferbildung der höheren Ringelwürmer schliessen sich auch die Kiefer der Sagitten an. Sie liegen in mehreren Reihen symmetrisch vertheilt um die Mundöffnung auf beiden Seiten des Kopfes und wirken vorzüglich als Fang- oder Greifwerkzeuge. —

Fig. 32.



Fig. 33.



und er liegt gewunden, wenn das Organ eingestülpt ist. Die physiologische Bedeutung dieses relativ sehr mächtigen Gebildes ist zwar im Ganzen noch unsicher; doch lässt sich aus seinen Lagerungsverhältnissen und seiner Verbindung mit dem Munde wenigstens so viel schliessen, dass es schwerlich mit den Geschlechtsfunctionen im Zusammenhang steht, wie dies Andere annehmen*). Mehr Licht auf jene Bedeutung fällt jedoch aus der morphologischen Reihe, in welche wir dieses Organ zu bringen genöthigt sind. Es besteht nämlich bei Süsswasser-Nemertinen (*Prorhynchus*) ein ähnliches Organ in einer viel kleineren Form, indem es nur durch einen relativ kurzen Blindschlauch repräsentirt wird, der mit der Mundöffnung ausmündet und in seinem Grunde ähnliche Stachelbildungen aufweist (Fig. 34. *x*. *y*). Von dieser Form aus können wir auch die bei Distomen-Larven gleichfalls über der Mundöffnung liegenden Stachelbildungen hier im Anschlusse betrachten, wozu wir durch die übereinstimmende Bildung berechtigt sind, zumal auch dieselbe Lagerung von Ersatzstacheln bei jenen vorhanden ist. Wir haben so eine ganze Reihe von eigenthümlichen Organen vor uns, die durch die gleiche Einrichtung ihrer wesentlichsten Charactere, nämlich in der Beschaffenheit der Stachelbildungen, übereinstimmen, und es sind nur secundäre Einrichtungen, aus denen Differenzen hervorgehen, nämlich die Lagerung der Stacheln entweder oberflächlich am Körper, oder im Grunde einer verschieden tiefen Einstülpung. Da wir die Bedeutung der Stachelapparate bei den Cercarien kennen, so resultirt hieraus, unter Festhaltung der morphologischen Uebereinstimmung dieser Theile mit den vorhin erwähnten, dass wir sicher, ohne weit zu fehlen, auch in dem Rüssel der Nemertinen eine zum Bohren dienende Einrichtung erkennen dürfen.

Fig. 32. Rüsselorgan einer Nemertine (*Polia armata* Quatr.). *a*. Der hohle, vorne sich öffnende Schlauch, der in seinem Grunde *b*. einen grösseren und mehre kleinere Stacheln trägt. *c*. Fortsetzung des Schlauches nach hinten. *mr*. Rückziehmuskel. *g*. Oberes Schlundganglion (Gehirn), nach hinten die starken Seitennerven abgebend. —

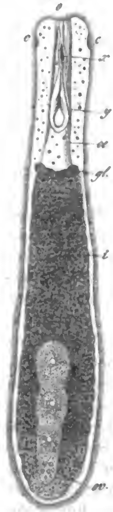
Fig. 33. Das blinde Ende der Rüsselhöhle von derselben Nemertine stärker vergrössert. *x* Der grosse Stachel. *x'* Seitliche Reservestacheln.

*) Nach Oersted soll dies Organ bei der Begattung dienen, etwa wie ein Stimulationswerkzeug. Von Quatrefages wird es sogar als Darmcanal angesehen, indem dieser Forscher den eigentlichen Darm übersah. Seine wahren Beziehungen zum Darme wurden dagegen durch Rathke festgestellt.

In welcher Art die Thiere dieses Bohrorgan verwenden, ob als Waffe zur Vertheidigung oder zum Tödten ihrer Beute, muss vorläufig dahingestellt bleiben *).

Von dem Schlunde oder dessen musculöser Anschwellung (Fig. 35. *b*. Fig. 49. *A*. *p'*.), dem bei manchen Nematoden sich sogar einige Male wiederholenden Schlundkopfe, entspringt der eigentliche Darm durch eine bald mehr bald weniger auffallende Ringfurche von ersterem abgesetzt. Die Einschnürung ist um so deutlicher, je mehr die Musculatur des Schlundkopfes entwickelt ist. Da der von hier abgehende Darm niemals in scharf von einander getrennte Abtheilungen zerfällt, sondern höchstens nur ein sich etwas verschieden verhaltendes Endstück als Rectum erkennen lässt, so ist es schwierig, die einzelnen, bei anderen Thieren am Darmcanale wahrnehmbaren Abschnitte unter den Würmern nachzuweisen. Oftmals erscheint auch ein dem musculösen Schlundkopfe entsprechender Theil weit nach hinten vorkommend, so das man diesen wegen seiner Entfernung vom Munde als Magen gedeutet hat. Da aber offenbar die Function dieses musculösen Darmabschnittes nur in der Zerkleinerung der aufgenommenen Nahrungsstoffe besteht, so könnte er höchstens mit einem Kaumagen verglichen werden. Wir nehmen deshalb an, dass die eigentliche Function des Magens immer jenem ganzen Abschnitte zukommt, der hinter dem musculösen Theile folgt.

Fig. 34.



Am einfachsten erscheint der Darm bei einer Abtheilung der Turbellarien, wo er als ein gerader, gleichmässig weiter Schlauch (Fig. 34. *i*.) bis gegen das Körperende verläuft und dort geschlossen endet (fast alle *Rhabdocoela arhynchia*), oder mit einem After am Hinterleibsende sich öffnet (*Nemertina*, *Microstomea*). Fast ebenso einfach, der besonderen Abtheilungen entbehrend, treffen wir den Darm bei manchen Trematoden, so bei

Fig. 34. *Prorhynchus fluviatilis*. *o*. Mund. *oe* Schlund, rüsselartig vorstreckbar. *i*. Darm. *gl*. In den Darm mündende Drüsen (Speicheldrüsen?). *c*. Wimpergrube. *x*. Stachel in dem über dem Schlunde gelegenen kurzen Rüssel. *y*. Sackartiges Ende des Rüssels. *ov*. Ovarium.

*) Es kann hier auch nicht übergangen werden, dass die Kategorie der Stachelbildungen wohl nicht mit den oben erwähnten Formen abschliesst. Wenn wir von einem allgemeineren morphologischen Standpuncte ausgehen, so muss noch eine grosse Anzahl von Bildungen, die wir am Vordertheile des Körpers vieler Würmer finden, hierher gezählt werden. Von den Stacheln der Cercarien finden wir in den Stacheln der jungen Gordiaceen, gleichfalls protractilen Bildungen, Uebergänge zu den Häkchen, welche den sogenannten Rüssel der Echinorhynchen besetzen, ein Organ, welches ebenfalls am vorderen Körperende eingestülpt wird. An dieses schliesen sich dann die Hakenkränze der Cestoden enge an und vollen-

Aspidogaster, während bei der Mehrzahl der übrigen Trematoden verästelte Darmformen vorherrschen. Das aus dem Schlundkopf hervorgehende Stück theilt sich alsbald in zwei Aeste (Fig. 35. *c. c.*), die entweder für sich blind enden (Arten von *Monostomum*, *Distoma* u. s. w.), mehr oder minder weit in den Leib hinabragen oder die ringförmig in einander übergehen (bei *Monostomum mutabile*, *M. flavescens* und den Polystomen*). Bei anderen lösen sich die beiden Aeste des gabeltheiligen Darmes in zahlreiche, den Körper durchziehende Zweige auf, oder sie sind seitlich mit regelmässig stehenden Zweigen besetzt (*Octobothryum*, *Tristomum*, *Diplozoon* [*Diporpa*]). Eine ähnliche, bald mehr unregelmässige bald wieder regelmässige Verzweigung des Darmes ist auch bei den Turbellarien in einer Abtheilung (den dendrocoelen Turbellarien = Planarien) vorhanden, so dass die ganze Einrichtung mit einer vorzüglich in die Breite entwickelten Körperform zusammenzufallen scheint. Aus der stets auf der Bauchfläche gelegenen, zuweilen bis in die Mitte hinabgerückten Mundöffnung (Fig. 36. *o.*) kann ein muskulöser Schlund (*p*) rüsselartig hervorgestreckt werden; er führt in eine mittlere verschieden weite Höhle, den Magen (*v*), von wo aus die Verästelungen in der mannichfaltigsten Anordnung abgehen (*gv*). Durch Verbindungen der Zweige unter einander kann sogar ein förmliches Maschenwerk entstehen (bei *Aeolidiceros*). Es muss unentschieden bleiben, ob diese Verästelungen als ebenso viele Abtheilungen einer verdauenden Cavität (eines Magens) anzusehen sind, oder ob ihre Bestimmung vorzüglich in der Verbreitung des Chymus an entferntere Körperstellen zu suchen ist, wodurch dann bei

Fig. 35.

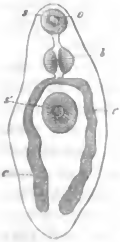


Fig. 36.

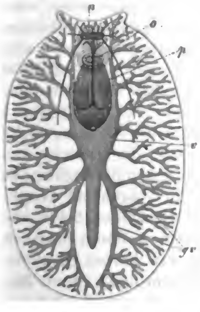


Fig. 35. Darmcanal von *Distoma flavescens*. *o.* Mundöffnung von einem Saugnapfe *s* umgeben. *s'*. Bauchnapf. *b.* Musculöser Abschnitt des Oesophagus, als Pharynx erscheinend. *c.* Gabelförmig getheilter Darmschlauch.

Fig. 36. Verdauungsapparat von *Proceras sanguinolentus*. *o.* Mund. *p.* Pharynx. *v.* Magen. *gv.* Verzweigungen der verdauenden Cavität. *n.* Nervenknoten (Gehirn) nach Quatrefages.

---

den in der Mannichfaltigkeit ihrer Formen eine Reihe typischer Einrichtungen, die innerhalb der Abtheilung der Würmer, und zwar vorzüglich in deren niederen Ordnungen, zu mannichfaltigen Functionen modificirt erscheinen. Vergl. hierüber auch das, was bei den Integumenten gesagt ist. —

*) Bei *Polyst. appendiculatum* gehen die hinten vereinigten Zweige in einen unpaarigen Fortsatz über.

dem Mangel eines Circulationsapparates die sonst letzterem zukommende Function vom Verdauungsapparate selbst besorgt würde. Am wahrscheinlichsten ist, dass beiderlei Verrichtungen gleichmässig neben einander bestehen. Für die einfacheren Formen, z. B. bei dem gabeligen Darmcanale der Distomen u. a., wird es zur Gewissheit, indem selbst am hintersten Ende der Darmschläuche Ingesta zu finden sind. —

Bei den Rundwürmern verläuft das auf den Schlundkopf folgende Darmstück fast immer mit gleichmässiger Weite bis in die Nähe des Afters, vor dem es eine geringe Verengerung zeigt (Fig. 49. *i*, *i*.). In einigen Ascariden geht ein blinddarmartiger Fortsatz nach vorne noch über den Schlundkopf hinaus, ohne jedoch einen von dem übrigen Darme verschiedenen Bau zu besitzen. Sehr abweichend von diesen einfachen Verhältnissen erscheint die Bildung des Ernährungsapparates der Gordiaceen. Der jeder musculösen Anschwellung entbehrende Schlund besitzt bei *Gordius* eine birnförmige Erweiterung und führt nach Meissner's Angaben direct in das aus grossen polyedrischen Zellen bestehende Körperparenchym, in welches auch die übrigen Organe sich einbetten. Es bestände hiermit vom Darmcanale nur ein zuleitender Abschnitt, und ein eigentlicher Magen fehlte, so dass die Function der Verdauung von den Zellen des Körperparenchyms selbst vermittelt würde. Es würden dieselben Gebilde zugleich die Weiterleitung der wohl nur in flüssigem Zustande zugeführten Nahrung besorgen, also in einfachster Weise der Ernährung des Körpers vorstehen. Auffallend verschieden von dieser Einrichtung soll nach demselben Beobachter der Ernährungsapparat von Mermis sich herausstellen. Der enge Schlund setzt sich hier in eine den Körper durchziehende, von Stelle zu Stelle anschwellende Doppelröhre fort, von welcher eine die andere umschliesst. Die innerste birgt eine schon vorne im Schlunde beginnende Rinne. Von den Anschwellungen treten kurze Querröhren mit knopfförmig erweiterten blindem Ende aus dem eben erwähnten Schlauche hervor, um in einen mit jenem parallel verlaufenden, weiteren Schlauch überzugehen. Es würde demnach dieses System von kurzen Querröhren die Nahrungsstoffe aus dem ersterwähnten Darmstücke durch Resorption aufnehmen und in den weiteren Parallelschlauch überführen, so dass also der letztere, ausser etwaiger Veränderung der Qualität der ernährenden Flüssigkeit, vorzüglich die Vertheilung derselben im Körper besorgte*).

*) Bei *Mermis albicans* umschliesst der weitere Längsschlauch grosse, dicht an einander gelagerte Zellen, die mit den Parenchymzellen von *Gordius* übereinstimmen, so dass also dieser Theil dem die Leibeshöhle von *Gordius* füllenden Körperparenchyme entspräche und der Ernährungsapparat der Mermithen eine höhere Ausbildung und Complicirung von jenem der Gordien wäre.

Obgleich die hierüber bestehenden Untersuchungen Meissner's mit grosser Exactheit durchgeführt scheinen, so wäre doch zur Herstellung eines mehr mit den übrigen bekannten Thatsachen harmonirenden Bildes eine Nachprüfung wünschenswerth. —

An die Form des Darmcanals der Rundwürmer schliesst sich auch jener der Sagitten an, ja er kann sogar als eine noch einfachere Bildung betrachtet werden, insofern er jeder besonderen Differenzirung in einzelne Abschnitte entbehrt und als nahebei gleichweiter Schlauch den Körper bis nahe an den Anfang des Schwanzes durchzieht.

Bei den Ringelwürmern treffen wir die auf den Schlund folgende Darmstrecke in sehr verschiedenen Formverhältnissen, die namentlich durch die Entwickelung des Körpers in die Länge oder in die Breite, sowie durch die Segmentbildung influenzirt sind. Die letztere bedingt nämlich gleichfalls Einschnürungen des Darmcanals, die um so deutlicher werden, je mehr die Segmentbildung äusserlich ausgeprägt ist; sie führen schliesslich zur Bildung von seitlichen Ausbuchtungen, die sogar in blinddarmartige Anhänge übergehen. Das letztere Verhalten zeigen besonders die Hirudineen, deren weiter Darmschlauch mit einer verschiedenen Anzahl taschenartiger Ausbuchtungen (Fig. 37.) symmetrisch besetzt ist*). Die beiden letzten davon treten zuweilen (*Clepsine*, *Sanguisuga*, *Haemopis*) als lange Blindschläuche an dem enger gewordenen einfachen Endstücke des Darmes bis an's Ende des Körpers herab (Fig. 37. *c. c.*) und sind auch bei einigen (z. B. *Aulacostomum*) die einzigen Coecalbildungen des Darmcanals. Durch Verästelungen dieser mehrfachen Blindschläuche (z. B. bei *Clepsine*) findet eine Annäherung an die dendrocoelen Plattwürmer statt. Von den übrigen Ringelwürmern zeigen nur noch die Aphroditeen eine ähnliche Bildung, indem hier auf einen langen stark musculösen Pharynx (Fig. 38. *b.*) eine über diesen gelagerte knieförmige Biegung des Darmes folgt, von welcher an der ganze Darm mit zahlreichen, symmetrisch vertheilten engeren Blindschläuchen besetzt ist, die sich weit in die Körpersegmente hinein erstrecken und an ihrem Ende wiederum mit kolbig angeschwollenen Verästelungen versehen sind (Fig.

Fig. 37.



Fig. 38.

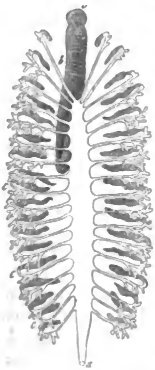


Fig. 37. Darmcanal von *Sanguisuga*. *o.* Schlund. *c, c.* Blindsack. *a.* After.

Fig. 38. Darmcanal von *Aphrodite*. *o.* Schlund. *b.* Musculöser Pharynx (Kaumagen). *c, c.* Blinddarmartige verzweigte Anhänge des Darmrohrs. *a.* After.

*) Eine Ausnahme bildet der einfache, nur wenig erweiterte Darmschlauch von *Nephelis* und *Branchiobdella*, an dem nur einige Einschnürungen vorhanden sind. Bei *Pontobdella* erscheint zwar der Darmcanal äusserlich glatt; allein im Innern sind dennoch Scheidewände von Stelle zu Stelle angebracht und lassen hierin eine Uebergangsform zu den oben beschriebenen Blindsackbildungen erkennen. —

38. *c. c.*). Der als Pharynx oder auch als Kaumagen gedeutete Abschnitt des Darmcanals kommt auch den Lumbricinen zu und findet sich ausserdem noch kürzer oder länger bei den kiementragenden Ringelwürmern, deren übriger Darm nur selten einzelne grössere Abschnitte aufweist. Zu den wenigen, welche solche weitere, deutlicher als »Magen« erscheinende Darmabschnitte besitzen, gehören die Arenicolen, dann die Pheruseen (*Siphonostomum*), welch' letztere den Endabschnitt des Darms in einer über den Magen sich nach vorne erstreckenden Schlinge gelegt tragen. Mit dieser Form geht zugleich die bilaterale Symmetrie in der Lagerung des Darmcanals zu Ende, und es reiht sich hieran die Form des Darmes der Gephyreen, die gleichfalls eine gewundene ist, und (besonders bei *Bonellia*, *Sternapsis* u. a.) zahlreiche Schlingen bildet.

Accessorische Drüsenorgane des Darmcanals sind im Allgemeinen wenig differenzirt. Wo sie erkennbar sind, sind sie enge mit dem Darme verbunden und stellen niemals in der Art selbständige Organe vor, wie wir solche in der nächst höher stehenden Abtheilung, jener der Arthropoden, schon antreffen.

Von Speicheldrüsen sind bei den Plattwürmern schon mehrfache Andeutungen vorhanden, und wir kennen bei den Turbellarien kurze, oft in grösserer Zahl in den Schlund einmündende Schläuche, die wir den erwähnten Organen beizählen müssen (Fig. 34. *gl.*). Sie sind meist in Gruppen auf beide Seiten vertheilt, und sind in ähnlicher Weise auch bei Trematoden vorhanden, deren Larven (die Cercarien) sie nicht schwer erkennen lassen.

Entwickelter sind diese Organe bei den Annulaten, wo namentlich unter den Hirudineen eine Anzahl gestielter, in den Schlund mündender Drüsenbläschen nachgewiesen wurde. Sie sind bald einfachen Baues (langgestielte, einzellige Drüsen), bei *Piscicola* und *Clepsine*, bald erscheinen sie zusammengesetzter. Auch den Lumbricinen fehlen solche Organe nicht, da eine bedeutende drüsige Masse den Anfang des Schlundes umhüllt und wie es scheint auch in selbe einmündet. Bei den röhrenbewohnenden Kiemenwürmern sind zwei lange, platte Schläuche vorhanden, die durch ihre Einmündung in den Anfangstheil des Darmcanals an Speicheldrüsen erinnern. Dagegen ist es zweifelhaft, ob die, vielen freien Kiemenwürmern, z. B. *Arenicola*, *Nereis* u. a., zukommenden Schläuche, die in das Ende des Schlundkopfes oder auch der Speiseröhre einmünden, hinsichtlich ihrer Function hierher gerechnet werden können. Ihre Verbindung mit dem Darmcanale an einer vom Munde entfernter liegenden Stelle macht jene Deutung unwahrscheinlich, ohne dass wir jedoch ihren physiologischen Werth auf einem anderen Wege bestimmen könnten.

Was Galle absondernde Organe angeht, so ist der Mangel einer besonderen »Leber« für alle Würmer characteristisch. Es hat in dieser

Thierabtheilung das genannte Organ noch keine Differenzirung erreicht, und wo ein Galle absondernder Apparat besteht, ist er unter verhältnissmässig beträchtlicher Flächenausdehnung mit der Darmwand selbst verbunden. — Eine solche Einrichtung erkennen wir vorzüglich in jenen Fällen, wo der Darmcanal auf einer verschieden grossen Strecke eine gelbliche, grünliche oder auch braune Färbung zeigt. Diese ist dann abhängig von einer drüsigen Schicht, welche entweder nur aus einfachen Zellen besteht und die Innenfläche der Darmwandung auskleidet, oder aus verschieden grossen, niemals aber bedeutend entwickelten Schläuchen sich zusammensetzt, welche, den Darm überziehend, ihr Secret in dessen Lumen ergiessen. In dem letzteren Falle erkennen wir durch die Entfernung der secernirenden Elemente von der Innenfläche des Darmes eine höhere Entwickelungsstufe der Organform. Die Auskleidnng des Darmcanals mit einer drüsigen Zellenschicht findet sich unter den Turbellarien und auch bei den Trematoden, besonders jenen, die einen verästelten Darmcanal besitzen. Auch bei den Nemertinen ist eine, jedoch über die innerste Darmauskleidung gelagerte Schicht vorhanden, die durch ihre Färbung sich von den übrigen auszeichnet und wohl hierher gerechnet werden darf. Deutlicher erscheint die Leberschicht zu äusserst auf dem Darme der Ringelwürmer, den sie auf seiner ganzen Länge wie mit einer zottigen Hülle umgibt. So ist es bei den Lumbricinen und vielen Kiemenwürmern der Fall *).

d) Von den Kreislaufsorganen.

Die Bahnen zur Vertheilung der ernährenden, dem Blute vergleichbaren Flüssigkeit in die einzelnen Abschnitte des Körpers erscheinen bei den Würmern erst in den höheren Abtheilungen, zumeist erst dann, wenn eine Leibeshöhle bestimmter abgegränzt ist; und wenn die hinzutretende Gliederung des Körpers den ganzen Organismus höher gehoben, treffen wir ein Blutgefässsystem in vollkommener Ausbildung. Auch der physiologische Werth eines anderen im Körper der Würmer häufig vorkommenden Canalsystems, welches oftmals als Wassergefässsystem aufgeführt wurde, von uns aber den Excretionsapparaten beigezählt wird, ist ohne Zweifel für die Ausbildung des Blutgefässapparates von hoher Bedeutung. Jenem Canalsysteme kommt nämlich bei vielen Würmern neben der excretorischen Verrichtung die Aus- und Einfuhr von Wasser in den Körper zu, welches in letzterem vertheilt, die den Körper durchdringende, ernährende Flüssigkeit dem Athmungsprocesse unter-

*) Den Hirudineen hat man lange Zeit hindurch gleichfalls eine Leber zugeschrieben, die den Darm umgeben sollte, indem man die braunlichen oder gelblichen, flockenartigen Massen, welche vielfach in der Leibeshöhle verbreitet sind, als in den Darm einmündende Drüsenschläuche sich vorstellte. Es ist dies jedoch nichts Anderes, als eine pigmenthaltige Bindesubstanz, wie dies Leydig's Untersuchungen unzweifelhaft dargethan haben. —

zieht, und auf diese Weise wenigstens jenen Abschnitt der Blutbahn, welcher das Blut zu Athmungsorganen leitet, überflüssig erscheinen lässt, gleichwie wir auch bei den Insecten, deren Körper vielfach von den mit dem respirirenden Medium (der Luft) gefüllten Röhren durchzogen wird, nur eine rudimentäre Bildung der Circulationsorgane antreffen. Wo dann die excretorische Bedeutung des sogenannten Wassergefässsystems die hauptsächliche ist, sehen wir die Blutbahnen vollständiger entwickelt.

Das Fehlen der Blutgefässe, oder doch deren geringe Entfaltung bei einigen Würmerabtheilungen fällt aber auch noch mit einem anderen Umstande zusammen, der hier nicht übergangen werden darf. Er beruht auf der Vertheilung des ernährenden Fluidums durch eine andere Einrichtung, welche jener der Blutgefässe in ihrem Endresultate gleichkommt, und die entweder dadurch zu Stande kömmt, dass das Thier allseitig von einer Ernährungsmaterial enthaltenden Flüssigkeitsmenge umgeben ist, wie dies bei vielen parasitisch im Darmcanale oder doch im Körper anderer Thiere lebenden Würmern der Fall ist; oder es besorgt der Darmcanal des Wurmes selbst die Vertheilung des von ihm bereiteten Nahrungsstoffes, indem er überall in dem Körper verzweigend sich ausbreitet. Trematoden und Planarien liefern hierfür Belege.

Einzelne Spuren eines Blutgefässsystems ergeben sich bei den Nemathelminthen, so bei den Acanthocephalen*) und wenigen an-

---

*) Man hat den Acanthocephalen ein besonderes Blutgefässsystem zugeschrieben, welches als ein sehr complicirtes Canalsystem die Körperintegumente durchzieht, bis zur Feststellung seiner wahren Bedeutung aber noch einer erneuten Untersuchung bedarf, so dass wir es nur provisorisch hier einreihen können. Es bestehen hier nämlich zwei grössere Längsstämme, welche längs der Seite des Körpers verlaufen, und allseitig im Integumente unter vielfacher Anastomosenbildung sich verzweigen. Nach vorne gehen auch Aeste in den Rüssel ab, und es verbindet sich hier das Canalsystem auch mit einem anderen, welches mit eigenthümlichen in ihrer Bedeutung gleichfalls noch ungekannten Organen, den sogenannten Lemniscen, in Verbindung steht. Es sind die *Lemnisci* bandförmige, zu beiden Seiten des Körpers von der Basis des Rüssels an in die Leibeshöhle ragende kürzere oder längere Schläuche, deren Parenchym gleichfalls von Canälen durchsetzt wird. Diese letzteren gehen dann da, wo die *Lemnisci* in die Haut sich einfügen, in das vordere Ende der beiden Längsstämme über, welche als die Centralorgane des ganzen Apparates anzusehen sind. Die Bewegung der in diesen Hohlräumen befindlichen Flüssigkeit kommt nur durch die Körpercontractionen zu Stande. — Andere haben dieses Canalsystem als einen Verdauungsapparat angesehen, was entschieden unrichtig ist, dagegen dürfte die Frage aufzuwerfen sein, ob es nicht bei den als Excretionsorgane anzuführenden Canalsystemen am besten seinen Platz finden möchte. (Vergl. Westrumb, *De Helminth. acanthoceph. comment. hist. anat.* 1821, und Burow, *Echinorhynchi strumosi anatome* 1836.) —

Bei den anderen Nematoden sind ebenfalls mehre auf ein Gefässsystem schliessen lassende Angaben vorhanden, welche aber ebensowenig als für die Echinorhynchen eine befriedigende Anschauung geben. So hat v. Siebold (Archiv für Naturgesch. 1838. S. 310) neben dem Darmcanale eines noch geschlechtslosen Rundwurmes ein »bandartiges Organ« angetroffen, welches von einem gewundenen

deren Nematoden, während bei der grössten Zahl der Rundwürmer und bei *Sagitta*, die in der Leibeshöhle befindliche Flüssigkeit wohl nur durch die Bewegungen des Körpers selbst in Umlauf gesetzt wird. Ebenso sind bei Trematoden und Cestoden keine wirklichen Blutgefässe aufgefunden, und manche der hierüber bestehenden Angaben entbehren des positiven Nachweises und dürften wohl auf das sogenannte Wassergefässsystem zurückzuführen sein*).

Unter den Turbellarien sind es erst die Nemertinen, bei denen mit Bestimmtheit Blutgefässe beobachtet sind, die in ihrer Anordnung schon ganz das Verhalten zeigen, wie es auch fernerhin für die Würmer, bei den Annulaten, typisch wird. Es sind nämlich drei Längsgefässstämme, zwei seitliche und ein unpaarer dorsaler, am vorderen und hinteren Leibesende bogenförmig mit einander verbunden (Fig. 27. *l*, *l. d.*). An der vorderen Vereinigung, die immer in der Nähe des oberen Schlundganglion lagert, bilden die Seitengefässe meist einige Biegungen.

Die Ringelwürmer lassen in der Anordnung der Blutbahnen zweierlei, aber nicht streng geschiedene Typen unterscheiden, indem bei den Gephyreen durch die unregelmässige Verbindung der Gefässstämme unter einander, dann auch durch die vorzüglich reiche Entwickelung der Gefässe am Darmcanal einige Uebereinstimmung mit dem, was man von Blutgefässen bei den Holothurien kennt, vorhanden ist. Nach der ausführlichen Darstellung von Schmarda an *Bonellia viridis* besteht hier ein den Darmcanal längs der Dorsalseite begleitender und nach vorne einen starken Ast abgebender Gefässstamm, der vorne auf den Rüssel sich fortsetzt und hinten auf die Excretionsorgane unter gabeliger Theilung übergeht. Es steht dieser als Arterie gedeuteten Gefässtheil durch vielfache Verzweigungen mit den Verästelungen eines längs des Bauches verlaufenden Gefässes in Verbindung, welches aus zwei vom Rüssel kommenden sich zusammensetzt, und auch am hinteren Körperende zwei Aeste zum Excretionsorgane absendet.

---

gefässartigen Canale durchzogen wird. »Da, wo das Band breit, gehen von diesem Gefässe viele zarte Seitengefässe ab, die sich allmählich zu kleinen, kaum zu verfolgenden Aestchen in der Substanz des Bandes verzweigen«. Auch gehen Verbindungsfäden unbestimmter Natur an den Darmcanal ab. Siebold vergleicht das bandförmige Organ mit den Lemnisceen der Echinorhynchen (Lehrb. d. vergl. Anatomie p. 135). Bei einem anderen Rundwurme hat Ecker (Muller Archiv 1845 p. 506) ein Gefässsystem gesehen, bestehend aus einem auf dem Darme verlaufenden, vorne und hinten sich wenig verästelndem Längsstamme, der eine Strecke weit Contractionen vollführte.

*) Von Kölliker wurden zwar für *Tristoma papillosum* (2. Bericht von der kön. zootom. Anstalt zu Würzburg) ausser dem Wassergefässsystem noch ein pulsirendes, besonderes Gefässsystem beschrieben. Es ist aber von diesem nur ein in der Mitte des Leibes gelegener Hauptstamm mit mehreren Seitenästen sichtbar geworden, und muss also noch dahinstehen, inwiefern diese Canäle wirklich Blutgefässe vorstellen. —

Wenn es also hier vorzüglich der Darmcanal ist, auf dem der Verlauf und die, wie es scheint, völlig unsymmetrische Vertheilung der Gefässe stattfindet, so unterscheiden sich die übrigen Ringelwürmer dadurch von den Gephyreen, dass die Verbindung der Gefässstämme unter einander in höchst regelmässiger Weise angeordnet ist, doch ist der Verlauf eines Längsstammes auf dem Darmcanal ein so ausgezeichneter und häufiger, dass man hierin eine Vermittlung mit dem vorhin geschilderten Typus erblicken kann.

Die Entwickelungsgrade des Blutgefässsystemes sind jedoch selbst in der Abtheilung der Ringelwürmer beträchtlich verschieden, ja bei einigen scheint der Kreislauf ein völlig lacunaler zu sein, und das Blut überall frei in der Leibeshöhle zu strömen. So bei *Amphicora*. Bei anderen tritt die erste Anlage eines Gefässystemes in Form eines Rückengefässes auf (*Doyeria*), während bei manchen Röhrenwürmern und Egeln eine reichlichere Bildung von Gefässen vorhanden ist, diese aber in die Leibeshöhle sich öffnen und so ein Theil des Blutlaufes ausserhalb der Gefässbahnen stattfindet.

Im Allgemeinen wird das Blutgefässsystem durch einen dorsalen (Fig. 39. *d.*) und einen ventralen (*v*) Gefässstamm gebildet, die vorne und hinten schlingenförmig in einander umbiegen, und in den einzelnen Segmenten noch durch regelmässig sich wiederholende Queranastomosen unter einander im Zusammenhange stehen. Diese Verbindungen können auch durch Capillarnetze vermittelt werden, oder es kann mit diesen noch eine directe Vereinigung statthaben. Sind auch noch seitlich verlaufende Längsströme vorhanden, wie bei manchen Hirudineen, so sind diese durch Queranastomosen sowohl mit dem Rücken- als dem Bauchstamme in Verbindung gesetzt.

Fig. 39.



Als herzartige Organe können entweder sämmtliche contractile Hauptstämme functioniren, oder es ist diese Verrichtung speciell dem Rückenstamm übertragen, der entweder in seiner ganzen Länge oder an einzelnen, und dann immer besonders erweiterten Abschnitten die Fortbewegung der Blutmasse leitet. Auch einzelne der Quergefässe sind nicht selten zu Circulationscentren umgebildet (Fig. 39. *c.*).

In der speciellen Anordnung der Blutgefässe ergeben sich bei den Ringelwürmern von dem eben geschilderten Plane mancherlei bemerkenswerthe Modificationen, von denen folgende hervorzuheben sind:

Das Blutgefässsystem der Hirudineen ist durch den Besitz con-

Fig. 39. Vorderer Theil des Blutgefässsystems eines jungen *Saenuris variegatus*. *d.* Dorsalgefäss. *v.* Ventralgefäss. *c. c.* Herzartig erweiterte Queranastomose. — Die Pfeile deuten die Richtung des Blutstromes an.

tractiler Seitengefässe ausgezeichnet*), die entweder durch Queranastomosen mit dem Rücken- und Bauchgefässe zusammenhängen (*Sanguisuga*, *Branchellion*, bei letzteren noch mit contractilen blasenförmigen Anhängen versehen), bald mit einem lacunären Abschnitte des Kreislaufs communiciren. Bei *Clepsine* und *Piscicola* liegt das mit Klappen versehene Rückengefäss, in einem medianen Blutsinus eingebettet, in welchen es hinten frei ausmündet, während es durch seitliche Quergefässe mit den Seitenstämmen, und bei *Piscicola* vorne durch Schlingen mit dem Bauchstamme in Verbindung steht. Bei *Clepsine* dagegen wird es vorne durch lange seitlich nach rückwärts verlaufende Gefässstämmchen mit dem hinteren Abschnitte des Bauchstammes, der im Saugnapfe arcadenförmige Gefässbogen bildet, in Communication gebracht**).

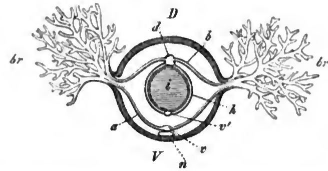
Eine Abweichung von der allgemeinen Anordnung der Blutgefässe weist *Malacobdella* auf, wo, wenn anders die auch in anderen Fällen nur mit grosser Vorsicht aufzunehmenden Angaben Blanchard's richtig sind, ausser dem den Windungen des Darmes folgenden Rückengefässe, noch zwei Seitengefässe existiren, die aber erst an ihrem vordersten Theile eine sie untereinander und mit dem Rückengefässe verbindende Gefässnetzbildung eingehen. Die fehlende Gliederung des Leibes würde somit auch in dem Gefässsystem durch den Mangel der Queranastomosen ausgedrückt sein.

Die übrigen Ringelwürmer lassen zwar je nach dem Besitz oder Mangel von Kiemen in der speciellen Anordnung einige Verschiedenheiten, aber immer ein dem Darme aufliegendes, sehr oft mit ihm innig verbundenes Rückengefäss erkennen, welches entweder längs des ganzen Darmcanals oder nur an dem als Magen erscheinenden Abschnitte Quergefässe abschickt, die entweder ohne Verästelungen oder vermittels eines Capillarnetzes in einen ventralen, gleichfalls dem Darme anliegenden Gefässstamm übergehen. Es liegt dann in der Regel noch ein zweites Bauchgefäss, im Gegensatze zu dem vorigen den ventralen Hauptstamm darstellend, frei unter dem Darmcanale, und verbindet sich durch Queräste, die den einzelnen Körpersegmenten entsprechen, mit dem Rückengefässe. Diese Einrichtung besitzen namentlich die Lumbricinen (Fig. 39), auch bei den Naiden ist sie vorhanden, nur steht hier das Rückengefäss erst von jenen Stellen an, wo es an den Darm keine Aeste mehr abschickt, mit dem unteren Bauchstamme durch directe Queräste in Verbindung.

*) Diese fehlen der Gattung ***Branchiobdella***, welche sich in der Anordnung des Gefässsystemes an die Lumbricinen anschliesst.

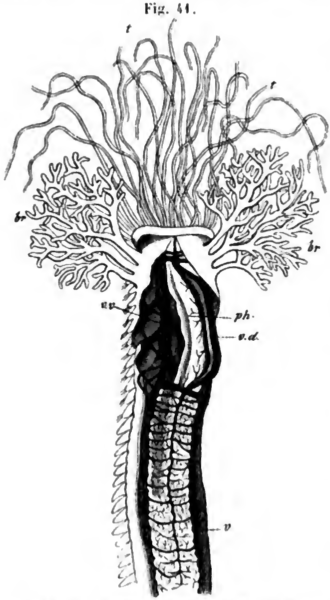
**) Ueber das Gefässsystem der Hirudiniden vergl. vorzüglich Leydig, 2 Bericht von der königl. zootom. Anstalt zu Würzburg für *Clepsine*, Zeitschr. für Zoologie Bd. I. für *Piscicola*, dann Quatrefages in *Ann. des sc. nat. Sér. III. Vol.* 18 für *Branchellion*. — Zahlreiche Arbeiten bestehen über *Sanguisuga*, von denen die in der Literatur im Allgemeinen angeführten auch hier gelten.

Fig. 40.



Sehr ausgezeichnet ist die vorhin dargestellte Anordnung auch bei *Arenicola*. Das Rückengefäss und auch das Bauchgefäss ist nicht selten auf einer grösseren Strecke seines Verlaufes doppelt vorhanden, so ersteres bei *Eunice*, letzteres bei *Nephthys;* beide Stämme zugleich sind doppelt bei den Hermellen, doch wird hierdurch der allgemeine Plan nur wenig alterirt. Wo Kiemen entwickelt sind, werden diese regelmässig vom Rücken- und Bauchstamm mit je einem Aste versehen (Fig. 40. *a. b.*), welche dann als Kiemenarterie und Kiemenvene functioniren. Die Vertheilung der Kiemen längs der Seiten des Körpers, oder ihr beschränkteres Vorkommen am Vordertheile (wie bei den Röhrenwürmern) verändert diese Einrichtung nicht im mindesten.

Fig. 41.



Zur Fortbewegung des Blutes dienen vorzüglich einzelne Partien des Rückengefässes oder, der damit verbundenen Queranastomosen, einige dieser letzteren sind besonders bei den Lumbricinen im vorderen Körpertheile beträchtlich erweitert, und eine weite bulbusartige Anschwellung zeigt das erste Querastpaar bei *Arenicola*. Unter den Röhrenwürmern ist ausser einem Queraste noch der

Fig. 40. Schematischer Querschnitt durch einen Kiemenwurm (*Arenicola*) zur Darstellung des Verhaltens der Gefässe. *D.* Rücken-, *V.* Bauchseite. *n.* Bauchmark. *i.* Darmhöhle. *br.* Kiemen. *v.* Bauchgefässtamm. *a, b.* Kiemengefässe. *d.* Rückengefässtamm. *h.* Den Darmcanal umfassender Ast. *v'.* Ventrales Darmgefäss.

Fig 41. Gefässsystem von *Terebella nebulosa* (das Thier vom Rücken geöffnet). *t.* Tentakeln (nur zum Theile angegeben). *br.* Kiemen *ph.* Musculöser Pharynx. *v.* Darm. *vd.* Rückengefäss. *vv.* Bauchgefäss (nach Milne-Edwards).

ganze vordere Theil des Rückengefässes (Fig. 41. *v. d.*) bis zu den in die Kiemen gehenden Aesten hin erweitert, und functionirt als Centralorgan der Blutbewegung. Am deutlichsten ist dies bei *Terebella* ausgesprochen, dem schliessen sich auch die Pheruseen *) an, die durch die Lage der als Kiemen fungirenden Organe mit den Röhrenwürmern übereinkommen. —

Die physiologische Bedeutung der einzelnen Hauptabschnitte des Gefässsystems ist bei den Ringelwürmern keineswegs übereinstimmend, und wenn auch das Blut in den einzelnen Gefässen immer in bestimmter Richtung strömt, so ist da, wo die Contractilität der Gefässwandungen eine verbreitete ist und wo zu gleicher Zeit besondere Athmungsorgane fehlen, ein venöser oder arterieller Theil nicht wohl unterscheidbar, ebensowenig als mit Bestimmtheit ein einzelnes Gefäss als »Herz« angesprochen werden kann. Mit grösserer Bestimmtheit gibt sich bei einigen Egeln (s. oben) das Rückengefäss als Centralorgan der Blutbahn durch das Vorhandensein von Klappenvorrichtungen zu erkennen, durch welche jedenfalls eine constante Richtung des Blutstromes geleitet wird.

Deutlicher scheidet sich das Gefässsystem in einen arteriellen und venösen Theil, wo distincte Athemorgane vorhanden sind, aber dann erscheint das Rückengefäss in seiner ganzen Länge oder an einzelnen Abschnitten bald als venöses, bald als arterielles Herz. So hat die Anschwellung des Rückengefässes der Tubicolen, z. B. einer *Terebella*, offenbar die Bedeutung eines Kiemenherzens, welches das Blut aus dem Körper, und besonders jenes vom Darmcanale, den Athemorganen zuführt, indess das Bauchgefäss zunächst das rückkehrende Kiemenblut aufnimmt; der analoge Abschnitt des Rückengefässes eines mit seitlichen Kiemen versehenen Ringelwurmes (z. B. *Eunice*) functionirt als Aortenherz, indem das aus den Kiemen kommende Blut von ihm aufgenommen wird. Als Kiemenvenen erscheinen in diesem Falle die bulbusartigen Erweiterungen der Aeste des Ventral-Gefässes.

Wie aus den obenangeführten Beispielen, die noch um viele vermehrt werden könnten, hervorgeht, ist bei deutlicher Ausprägung eines gewissen anatomischen Planes im Circulationssysteme noch keine streng durchgeführte Homologie in den einzelnen Abschnitten vorhanden, deren Entwickelung besonders durch die so verschiedenen Verhältnisse der Athemorgane gehemmt erscheint.

Was die Blutflüssigkeit der Würmer angeht, so ist diese bei allen mit theilweise lacunärem Kreislaufe farblos, sowie auch da, wo gar kein Gefässsystem existirt, die im Leibescavum befindliche Ernährungs-

*) Die Vertheilung der Gefässe ist hier eine etwas verschiedene. Nach Quatrefages theilt sich das hintere einfache Rückengefäss in zwei seitliche, dem Magen anliegende Aeste, und einen unpaaren diesem aufliegenden, aus deren Vereinigung, und nach Aufnahme von Verbindungszweigen aus dem in ähnlicher Weise am Magen sich theilenden Bauchstamme, die herzartige Anschwellung des Rückengefässes hervorgeht.

flüssigkeit der Farbe stets entbehrt. Gefärbt erscheint das Blut dagegen bei den meisten mit geschlossenem Circulationsapparate versehenen Würmer. So ist sie röthlich bei den meisten Nemertinen, dann bei vielen Egeln, wie *Nephelis*, roth bei *Haemopis*, *Sanguisuga*, den grösseren Lumbricinen, bei *Terebella*, *Serpula*, *Amphitrite* und *Arenicola*. Gelblich bei den kleinen Naididen, auch bei *Phyllodoce*, *Polynoe* u. a., grün bei den Pheruseen, einigen Sabellen und Serpulen. Die Färbung liegt aber hier zumeist in der Flüssigkeit selbst (dem Plasma) und nicht in den nur sehr spärlich vorkommenden zelligen Elementen, die in der Regel farblos sind*). —

Bei vielen Ringelwürmern ist die Leibeshöhle mit einer besondern, reichliche Formelemente einschliessenden Flüssigkeit gefüllt, die man einer Lymphe gleichbedeutend angesehen hat, und welche namentlich bei den Lumbricinen grosse Zellen einschliesst, die, in beträchtlicher Menge vorhanden, der ganzen Flüssigkeit ein weissliches Aussehen**) verleihen. Ich betrachte diese Zellen als nicht weiter zu festen Geweben verwendete Reste von Embryonalzellen, und als deren Aequivalente sehe ich die den Darm der Hirudiniden umgebende flockige, fälschlich als Leber gedeutete Masse an, so dass dieselben Zellen, die dort frei waren, hier in eine Gewebsbildung eingehen, eine Erscheinung, die auch bei den Arthropoden ihres Gleichen findet. Ob ausser dem Blutgefässsystem noch ein anderer Gefässapparat, ein Lymphgefässsystem existirt, wie solches von Quatrefages für *Branchellion* beschrieben wurde, dürfte höchst zweifelhaft erscheinen. —

c) Von den Athmungsorganen.

Bei einer grossen Abtheilung von Würmern sind besondere, den Athmungsprocess vermittelnde Organe nicht vorhanden, und es wird der Gasaustausch hier wohl durch das Integument bewerkstelligt, wozu das sehr verbreitete Vorkommen eines Wimperepithels (bei den Strudelwürmern) vorzüglich geeignet erscheint. Es kommen aber bei den letzteren sowohl, als auch bei den Trematoden, Cestoden und auch bei Ringelwürmern eigenthümliche Canäle vor, die sich im Körper verbreiten und mit der Ein- und Ausleitung von Wasser in enger Beziehung stehen, so dass wir, durch die Einleitung von Wasser in den Körper einen inneren Athmungsact annehmend, diese Organe gleichfalls

*) Die geformten Bestandtheile des Blutes sind fast immer in so geringer Menge vorhanden, dass man dasselbe fast nur aus Plasma bestehend ansehen kann. Nur in manchen Fällen sind reichliche »Blutkörperchen« beobachtet. So von Quatrefages (*Ann. des sc. nat. sér. III. T. XIV. p.* 288) bei einer *Glycera*, deren Blut durch die zelligen Elemente sogar stark roth gefärbt ward. Auch R. Wagner gibt bloss rothe Blutzellen bei einer *Terebella* an, welche Beobachtung vom ersteren Forscher jedoch in Zweifel gezogen wird.

**) Die weissliche Färbung von *Enchytraeus* wird vorzugsweise durch solche Elemente bedingt.

den Athmungsorganen theilweise beirechnen müssen. Da sie jedoch ihrer ganzen Anlage nach einem anderen Apparate angehören, nämlich jenem, welcher die Excretion vollzieht, und diese letztere Thätigkeit in vielen Fällen die vorherrschende ist, so wird ihre Betrachtung besser in einem anderen Abschnitte abgehandelt *).

Die typischen Formen der Athmungsorgane bestehen in äusseren Anhängen des Körpers, die entweder gleichmässig an allen Segmenten vorkommen, oder auf eine verschieden grosse Zahl derselben beschränkt sind, es sind Kiemen. Wir können von diesen zweierlei Formen unterscheiden. Die einen davon bestehen in trichterförmig oder spiralig angeordneten, federbuschartigen Gebilden am Kopftheile mancher Röhrenwürmer, der Serpulaceen (*Serpula*, *Sabella*, *Protula*, *Amphicora* u. a.). Sie bestehen aus einzelnen, dicht neben einander sitzenden, mit zahlreichen, fiederartig angereihten Zweigen besetzten Stämmchen, die entweder direct von dem Kopftheile des Thieres entspringen, oder, wie bei *Sabella*, einer spiraligen Verlängerung angeheftet sind. Ihre Stütze bildet ein Knorpelfaden, der auch in die Fiederchen übergeht, und der sich in den Kopf des Thieres zu einem dort befindlichen Knorpelring zurückverfolgen lässt, so dass dadurch eine Art von Kiemenscelet hergestellt wird. Neben dem Knorpelfaden verlaufen Blutgefässe **). Es ist aber die Bedeutung dieser, meist lebhaft gefärbten Organe, nicht ausschliesslich in der Athmung zu suchen, denn sie dienen auch noch zur Erzeugung eines die Nahrungsstoffe des Thieres herbeischaffenden Strudels und können vielleicht morphologisch als modificirte Fühler angesehen werden.

In dieselbe Kategorie gehören auch die fühlerartigen Kopfanhänge der Terebellen, sowie endlich die im Halbkreise den Kopf der Pheruseen (*Siphonostoma*) umstehenden kurzen Fühlerbildungen, die man recht gut den Federbuschkiemen der Serpulaceen zur Seite stellen kann.

Die andere Art von Kiemen besteht in einer reichhaltigen Formenreihe von Anhängen der Segmente. Es sind blattförmige oder dendritische Gebilde, die entweder dem Rückentheile des Thieres direct entspringen oder den Fussstummeln, namentlich den dorsalen derselben,

---

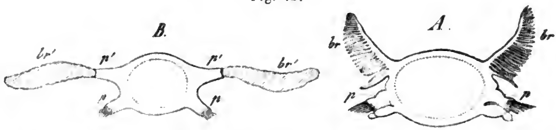
*) Dass die beiden seitlichen, am Kopfe der Nemertinen befindlichen Gruben, die meist durch längere Cilien ausgekleidet sind, in engerer Beziehung zur Athmung stehen, ist nicht wohl wahrscheinlich, da weder eine grosse Oberflächenentfaltung noch eine Verbindung mit den Kreislaufsorganen vorhanden ist. Wir haben sie daher mit besseren Gründen den Sinnesorganen beigezählt (vergl oben).

Mit dem Respirationsprocesse zunächst in naher Beziehung steht auch die bei manchen Ringelwürmern vorkommende Wasseraufnahme in den Darmcanal. Bei Naiden, aber auch bei Meerbewohnern (*Syllis*) ist zu sehen, wie durch peristaltische Contractionen des Darms eine verschiedene Menge verschluckten Wassers in rascher Folge den ganzen Darmcanal durchströmt.

**) Vergl. hierüber Leydig, Zeitschr. für wissensch. Zoologie Bd. III. p. 328.

verbunden sind. Von einer überaus reichen Verästelung (Fig. 40. *br.*) in der sie grosse Blutquantitäten aufzunehmen im Stande sind, bis zu kleinen, unansehnlichen Anhängen kommen sie in allen Uebergangsformen vor und die Umbildung einer morphologischen Organreihe mit gleichmässiger Veränderung des physiologischen Werthes ist hier im voll-

Fig. 42.



sten Maasse vorhanden. Als baumförmige Anhänge der ersten (3) Körpersegmente kommen sie bei Röhrenwürmern, den Terebellaceen, vor (Fig. 41. *br.*) und finden sich als kürzere, einseitig gefiederte Kiemen bei *Amphitrite*, wo sie nur zwei Körpersegmente besetzen. Reichlicher gefiedert, nahebei an allen den zahlreichen Segmenten des Körpers vorhanden (sie fehlen nur an den ersten), treffen wir die Kiemen an den Rückenstummeln der Euniciden (Fig. 42. *A. br.*), und auch bei den Amphinomiden sind baumähnlich verzweigte Kiemenanhänge am Rücken angeheftet und in der ganzen Länge des Körpers verbreitet*).

Die der Fussstummeln entbehrenden Arenicolen besitzen gleichfalls dendritische Kiemenbüschel, die hier an der Seite des Körpers stehen, in der Nähe der Borstenbüschel, durch welche die Lage der Fussstummeln angedeutet wird. Sie beschränken sich nur auf die Mitte des Körpers und kommen in 12—13 Paaren vor, von denen die hintersten am ausgebildetsten erscheinen. Eine Rückbildung erleiden die Kiemenorgane bei den Nereiden und Sylliden. Letztere Familie zeigt an den Stellen, wo die vorher erwähnten gefiederte oder verästelte Büschel trugen, nur platte, lanzettförmige oder schuppenartig gestaltete Anhänge (Fig. 42. *B. br'.*), die vielleicht theilweise die Respiration mit vermitteln mögen, jedenfalls aber nur in untergeordneter Weise diese Function vollziehen. (Siehe oben bei den Tast- und Locomotionsorganen.) Am meisten rudimentär gestaltet treten sie bei den Nereiden auf, wo sie nur noch kurze, wenig über die Fussstummeln sich erhebende Cirren darstellen.

Fig. 42. Senkrechte Querdurchschnitte von Ringelwürmern, zur Darstellung der zwischen Kiemen und Cirren bestehenden Homologie.

A. Querdurchschnitt von *Eunice*. *B.* von *Myrianida*. *p.* Bauchstummel. *p'*. Rückenstummel. *br.* Kiemen. *br'*. Cirren.

*) Aehnliche Kiemen werden auch bei den Aphroditeen angegeben; allein ich habe, wie auch v. Siebold, vergeblich darnach gesucht. Dagegen müssen wohl die dort vorhandenen, schuppenähnlichen Ausbreitungen für Aequivalente von Kiemen angesehen werden, sowie endlich auch die flügelförmigen Segmentanhänge von *Chaetopterus* gleichfalls hierher gehören. —

Wenn so die Reduction der verästelten Kiemenbüschel auf einfache, kurze oder fadenförmige Anhänge die Bedeutung dieser Organe als Kiemen aufhebt, so sehen wir die Kiemen, zwar gleichfalls umgeformt, aber dennoch als Athmungsorgane bestehend, in einer anderen Reihe auftreten. Die Vergrösserung der Oberfläche, die in der vorhin entwickelten Reihe wesentlich durch Verästelungen bewirkt ward, kann nämlich auch durch lamellöse Ausbreitung entstehen. Es werden so aus den Kiemen flache, schuppenartige Gebilde, die, gleichwie die übrigen Formen, den Fussstummeln, oder beim Mangel derselben direct dem Körper sich inseriren. Solche lamellöse Kiemenbildungen sind bei den Phyllodocen vorhanden, und in noch höherer Ausbildung bei *Aphrodite* (vergl. die vorhergehende Anmerkung), wie auch bei *Hermione* und *Polynoe*. Bei den letzteren sind sie als schuppenförmige Anhänge der dorsalen Fussstummeln über den Rücken ausgebreitet und daselbst dachziegelförmig sich deckend. Wenn auch die Verhältnisse der Blutgefässe zu diesen Gebilden noch nicht vollständig bekannt sind, so können wir doch in ihnen Athmungsorgane erkennen, jedenfalls aber die Homologa der verästelten Kiemen in ihnen sehen. Bestimmter der Athemfunction vorstehend erscheinen die schuppenartigen Körperanhänge gewisser Hirudineen (*Branchellion*), bei welchem ein reich verästeltes Gefässnetz nachgewiesen ist. —

Bei einer Abtheilung der Gephyreen findet sich gleichfalls eine Kiemenbildung vor, die aus einfachen oder verästelten, dem Hinterleibsende ansitzenden Fäden besteht. Diese sind meist auf zwei Gruppen vertheilt, und erhalten wie die Kiemen der Terebellen besondere Gefässzweige aus dem Hauptgefässstamme des Körpers. So bei *Sternaspis*.

d) Von dem Excretionsorgane und dem Wassergefässsysteme.

Die Organe, welche bei den Würmern die Function der Ausscheidung der Auswurfsstoffe vollziehen, erscheinen bei einer allgemeinen Betrachtung nach sehr verschiedenem Plan gebaut, und in vielen Fällen ist es nicht wenig schwierig, solche Apparate nachzuweisen, da sehr oft mehrere Functionen in dem zugleich die Excretion besorgenden Organe vereinigt sind. Wenn wir von dem bereits mehrfach nachgewiesenen und wohl unbezweifelten Satze ausgehen, dass ein und dasselbe Organ, morphologisch betrachtet, in verschiedenen Thierformen mit mannichfachen Functionen betraut sein kann, ohne dass dabei der Typus des Organes verloren geht, so werden wir auch bei den Würmern die einheitliche Bildung der Excretionsorgane unter allen ihren, durch Wechsel der Nebenfunctionen und durch die allgemeinen Organisationsverhältnisse der betreffenden Thierform bedingten Beugungen wieder erkennen.

Vor allem muss erwähnt werden, dass die Excretionsapparate nicht allein bei Würmern, sondern auch bei anderen wirbellosen Thieren,

z. B. Mollusken, vielfach zugleich zur Einführung von Wasser in den Körper dienen, oder doch einer Regelung des Wasserwechsels vorstehen, welche Erscheinung bei den Mollusken noch näher besprochen werden wird. Demzufolge finden wir die Excretionsorgane der Würmer fast immer in der Weise gebaut, dass sie eine Art von Wassergefässsystem entweder mit sich verbunden zeigen oder auch theilweise zu diesem Zwecke umgewandelt sind. Ja, in vielen Fällen scheinen sie sogar die erstere Bedeutung zu Gunsten der letzteren aufgegeben zu haben, so dass dann nur die Vergleichung des allgemeinen Bauplanes und nicht der speciellen Function noch der concreten Organisationsverhältnisse uns zu einer Zusammenstellung dieser Gebilde in eine morphologische Reihe leitet.

In seinen entwickelteren Formen tritt uns der Excretionsapparat als ein System einfacher oder verzweigter Canäle entgegen, welches an der Oberfläche des Körpers nach aussen mündet und bei deutlich gesonderter Leibeshöhle auch mit inneren Mündungen versehen ist, während im gegentheiligen Falle die Enden der Röhren oder die feinsten Verzweigungen der Canäle geschlossen sind.

Die Qualität der Absonderung, sowie das Secret selbst sind in ihren physiologisch-chemischen Eigenschaften noch so wenig bekannt, dass es schwer ist, über die Bedeutung der betreffenden Organe sich völlig bestimmt zu äussern; doch darf so viel behauptet werden, dass ausser den schon oben berührten Thätigkeiten, die sie mit Athemorganen, wenn auch in fernerem Grade, vergleichen lassen, die secretorische Thätigkeit mit jener an den Excretionsorganen höherer Thiere, z. B. der Insecten und Mollusken, bestimmt nachgewiesenen derselben physiologischen Functionsreihe angehört. Mit Hinblick auf diesen Umstand können daher auch diese Apparate den »Nieren« der höheren Thiere verglichen werden.

Von den einfacheren zu den complicirteren aufsteigend, beginnen wir mit den Excretionsorganen der Rundwürmer. Es finden sich hier der Länge nach verlaufende Schläuche, in der Leibeshöhle der Körperwand angelegt und mit einer körnigen Secretmasse gefüllt, die dem Anscheine nach bei den meisten nicht nach aussen entfernt wird. Einen solchen einfachen Längsschlauch treffen wir an der Bauchseite von *Gordius*, wo zugleich vorne und hinten eine Oeffnung vorhanden ist, die an den beiden seitlichen und dem unpaaren, an der Bauchfläche verlaufenden Schlauche von *Mermis* vermisst wird. Auch den Ascariden kommen solche schlauchförmige Organe zu, die gleichfalls bald geschlossen erscheinen, bald mit einer am vorderen Körpertheile angebrachten Oeffnung versehen sind*). Auf mehrere solche Excretionsorgane hat zuerst

*) Bei den Acanthocephalen, welche bis jetzt noch kein Excretionsorgan auffinden liessen, durften wohl die *Lemnisci* als solche Organe anzusehen sein. Obgleich die nähere Beschaffenheit dieser Theile (vergl. darüber pag. 164 Anmerk.) noch zu erforschen ist, so muss hier doch auf eine schon von v. Siebold (Lehrb. d.

v. Siebold aufmerksam gemacht*). — Wenn wir unter den Nematoden Organe, die der Ausmündung entbehren, als Excretionsorgane gedeutet haben, so ist hierin durchaus nichts der allgemeinen Anschauung von der Excretion sich Entgegenstellendes gegeben, da es sich ja nicht darum handeln kann, dass Stoffe, die für den Organismus fernerhin unbrauchbar geworden, auch immer aus dem Organismus entfernt werden müssen. Vielmehr hat hier die Vorstellung eine Berechtigung, dass das Excretionsmaterial an gewissen Körperstellen oder, wie hier, in bestimmten Organen deponirt werden kann, wobei es zugleich aus dem Stoffwechsel des Organismus scheidet**).

Die übrigen ungegliederten Würmer (Plattwürmer) zeigen das Excretionsorgan constant aus zwei oder mehreren symmetrisch angeordneten Canälen gebildet, welche sich vielfach im Körper verästeln und entweder gemeinsam durch eine am Hinterleibsende gelegene Oeffnung (*Porus excretorius*), oder an den Seitentheilen des Körpers, getrennt von einander, ausmünden. In den Cestoden sind zwei, vier, oder auch sechs solcher Längsstämme vorhanden, die vorne im Köpfchen entweder schlingenförmig in einander überbiegen, oder auch nur umbiegen, um dann nach abwärts tretend, sich ferner zu verästeln. Auch noch nach der Gliederung der Scolexform in die Proglottidenkette sind die Längsstämme vorhanden und zeigen in den einzelnen Proglottiden quere Ana-

---

vergl. Anatomie pag. 135) erkannte Homologie mit den schlauchartigen, parallel mit dem Darmcanale verlaufenden Organen der Nematoden aufmerksam gemacht werden. — Da aber das Canalsystem der Acanthocephalen morphologische Aehnlichkeiten mit den Excretionsorganen der Plattwürmer besitzt, sich vielleicht auch als ein solches herausstellen dürfte, so muss jedes weitere Urtheil einer späteren Untersuchung vorbehalten bleiben. —

*) Lehrbuch der vergl. Anatomie p. 139, Anmerk. Die von Walter, Zeitschr. f. wissensch. Zoologie von Siebold und Kölliker Bd. VIII. 1857, bei *Oxyuris ornata* beschriebenen beiden Schläuche, die an einer saugnapfartigen Bildung vereinigt ausmünden, sind wohl gleichfalls als Excretionsorgane anzusehen, denn die von jenem Beobachter gegebene Deutung als »Fettkörper« kann mit der Thatsache der Ausmündung gar nicht zusammengebracht werden.

**) Ausser den noch in der Abtheilung der Würmer anzuführenden Fällen, die für die oben gegebene Auffassung sprechen können, kann hier noch auf eine bei Mollusken vorhandene Thatsache hingewiesen werden. Wir finden in der mit reichlichem Excretionsmaterial ausgestatteten Primordialniere der Schnecken (vergl. meine Abhandlung über die Entwickelung der Landgasteropoden, Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie, Bd. III, 1851) durchaus keine Ausscheidung vor sich gehen, obgleich hier nicht der geringste Zweifel obwalten kann, dass die abgelagerten Concremente mit den Nierenconcrementen des entwickelten Thieres vollkommen übereinstimmend sind. Es geht mit dem Herankommen des ausgebildeten Zustandes sogar wieder eine Resorption der bereits abgeschiedenen und in der Primordialniere deponirten Massen vor sich, und erst im vollkommen entwickelten Thiere zeigt die bleibende Niere eine wirkliche Ausscheidung aus dem Körper. Als ein solcher Depositionsort für Auswurfsstoffe kann nun auch die Schlauchformation der Nematoden angesehen werden, und was bei jenen Mollusken nur als ein vorübergehender Zustand im Entwickelungsleben erscheint, das wird hier als bleibend beobachtet.

stomosen. Die Zusammenmündung der Längsstämme erfolgt meist in einer erweiterten Stelle, die am Hinterleibsende gelegen, zu einer contractilen Blase sich umwandeln kann. Mit dem Eintritte der Gliederung wird dieser Abschnitt des Canalsystemes der ältesten Proglottide zugetheilt. Der Inhalt der Canäle ist eine wasserhelle Flüssigkeit, seltener finden sich feine Körnchen. In den feineren Verästelungen sind von Stelle zu Stelle Wimperhaare oder Flimmerläppchen vorhanden, durch deren Thätigkeit eine Fortbewegung des Inhaltes bewerkstelligt wird. Auch Contractionen der Canäle kommen vor; doch ist es schwer zu unterscheiden, ob dieselben von den Wandungen der Canäle oder vom umgebenden Körperparenchyme ausgehen. Die feinsten Endigungen der Canalverzweigung verlaufen in's Körperparenchym und in's Integument *). Sie können auch unter einander Anastomosenbildungen eingehen, die zu einem reichen in der Haut verbreiteten Maschennetze führen und die Selbständigkeit der Hauptstämme auflösen.

Genau dieselben Einrichtungen finden wir auch bei den Trematoden bestehend, nur sind hier immer zwei Canäle vorhanden **), die häufig in einzelne, sowohl durch Grösse als durch Bau verschiedene Abschnitte zerfallen. Zahlreiche feine, den Körper durchziehende Canälchen sammeln sich in stärkere Aeste (Fig. 43. c''), die dann jederseits in einen. in der Regel gewundenen Canal (c') zusammenmünden, und dieser lässt, nachdem er zuweilen mehrmals im Körper auf- und abgestiegen, einen weiteren Abschnitt (c) hervorgehen, der meist mit contractilen Wandungen versehen ist und mit dem der andern Seite am Hinterleibsende entweder direct sich öffnet (Fig. 43. p) oder vorher noch in eine contractile Blase übergeht. In jenen Fällen, wo die Ausbildung der letzteren beträchtlich ist, sind die beiden Hauptstämme minder entwickelt, so dass man die Ausbildung der letzteren auf Kosten der Bildung einer con-

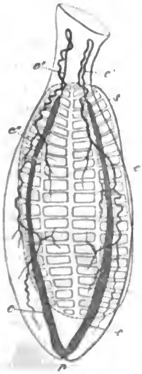
*) Von grossem Belange ist die Beobachtung Claparède's, dass die Enden der Excretionscanäle bei den Cestoden bläschenförmige Erweiterungen bilden, in welche die sogenannten Kalkkörperchen der Haut eingeschlossen sind, so dass also auch in den äussersten Enden des Apparates eine Abscheidung, und zwar von festen Stoffen, vor sich geht. Diese Concremente werden jedoch nicht in das Canalsystem aufgenommen, nicht ausgeschieden, sondern bilden nur Ablagerungen, die man recht gut mit den Abscheidungen in den geschlossenen Längsschläuchen der Nematoden vergleichen kann. Es würden dann die Enden des Canalsystems den eigentlichen Excretionsapparat vorstellen, die übrigen Theile aber zu anderen Verrichtungen dienen. —

Es muss noch bemerkt werden, dass der Zusammenhang jener Kalkkörperchen mit der Excretion schon von v. Siebold vermuthet worden ist, indem er durch sie an die festen Körper in den Absonderungsorganen gewisser Trematoden erinnert wurde. (Vergl. Lehrbuch der vergl. Anatomie p. 139, Anmerk. 7.)

**) Die den Trematoden beizuzählenden Dactylogyren sind mit vier Gefässstämmen versehen, von denen je zwei auf der Bauchseite, zwei auf der Rückenseite verlaufen. Vorne finden sich schleifenförmige Anastomosen, die auch durch Quercanäle verbunden sind.

ractilen Blase setzen kann. Auch doppelte Ausmündungen kommen vor, von denen bei *Polystomum appendiculatum* eine jede sogar mit einer besonderen contractilen Blase in Verbindung steht*). Die Bedeutung der einzelnen Abschnitte ist verschieden. Der aus den Hauptstämmen hervorgehende, Verästelungen bildende Endabschnitt zeigt Wimperorgane nach Art der Cestoden und führt, wie bei jenen, ein klares Fluidum. Dagegen sind die Hauptstämme, wie es den Anschein hat, der Sitz der Secretion, und in ihnen findet man häufig beträchtliche Massen stark lichtbrechender Concremente, die durch die Contractionen der Stämme in die Endblase übergeschafft und von dieser durch den *Porus excretorius* entleert werden**).

Fig. 43.



Auch die schon bei den Cestoden angeführten Anastomosen des Excretionsapparates sind in verschiedenem Grade vorhanden und lassen ein mehr oder minder dichtes Netzwerk von Canälen unter der Haut entstehen***). Wenn diese Anordnung für nahebei alle Trematoden gilt, und die vorhandenen Modificationen nur in verschiedenen Grössenverhältnissen und wechselnder Ausbildung der einzelnen Abschnitte beruhen, so finden wir bei anderen Plattwürmern eine von dieser anscheinend differente Einrichtung, die sich vorzüglich durch die Duplicität der Ausmündung und deren Vorkommen an den Seitentheilen des Körpers characterisirt. Man könnte hieraus auf eine andere Bedeutung, auf einen andern Organplan schliessen, da auch Excretionsproducte hier niemals vorhanden zu sein scheinen; allein es wird schon bei den Trematoden der Uebergang zu jener Form des excretoriellen Canalsystemes der Turbellarien angebahnt. Bei *Tristoma papillosum* nämlich fehlt das mit einem *Porus excretorius* am Hinterleibsende sich öffnende Canalsystem.

Fig. 43. Excretionsorgan von *Aspidogaster conchicola*. *p. Porus excretorius.* *c*, *c*. Die beiden contractilen Hauptstämme. *c'* Nach vorne verlaufende und umbiegende Canäle. *c''* Deren rückwärts laufender und sich verzweigender Endabschnitt. *s*. Bauchscheibe.

*) Vergl. A. Thaer, »Ueber *Polystomum appendiculatum*« in Müller's Arch. 1850.

**) Die Homologie dieser Canalapparate mit denen anderer Würmer hat zuerst v. Beneden näher auseinandergesetzt. Vergl. *Note sur l'appareil circulatoire des Trématodes. Bulletin de l'Académie royale de Belgique. T. XIX. No. 4.* Zugleich wird hier die circulatorische Bedeutung, sowie jene der Wasseraufnahme für diese Theile in Abrede gestellt.

***) G. Wagener hat solche z. B. bei *Distoma dimorphum* beobachtet. *Enthelminthica* in Müller's Archiv 1852. —

Das von demselben Forscher bei *Amphiptyches urna* beschriebene, reich entwickelte, aber allseitig geschlossene Canalnetz darf wohl gleichfalls hierher gerechnet werden.

Dagegen besteht ein anderes, welches sich gleichfalls aus zwei seitlichen Hauptstämmen zusammensetzt, die, unter einander durch zwei Queranastomosen verbunden, sich vielfach im Körper verzweigen und auf beiden Seiten hinter den vorderen Saugnäpfen ausmünden*). Die nahen Beziehungen, welche zwischen diesen und den anderen Trematoden bestehen, lassen den beschriebenen Apparat nothwendiger Weise als das Homologon desjenigen der anderen Trematoden ansehen, und es ist eigentlich nur die doppelte Ausmündung, aus der man einige Verschiedenheit ersehen könnte, wenn nicht auch bei andern Trematoden an der gewöhnlichen Ausmündestelle des Canalsystems für jeden Hauptstamm ein besonderer Porus existirte**). Zugleich mag auch ein weiterer Fortschritt in der bilateralen Entwickelung darin erkannt werden.

Es reihen sich hieran enge die Canalsysteme der Planarien und Nemertinen, an denen sich ebenfalls Queranastomosen erkennen lassen, sowie auch eine Ausmündung näher oder entfernter vom vorderen Körperende. Das Lumen der Canäle wird mit einer hellen Flüssigkeit erfüllt, die durch Wimperorgane bewegt wird. Es hat das Fehlen von festen Abscheidungen diese Organe als Wassergefässsystem ansehen lassen; doch wäre dabei die Frage aufzuwerfen, ob nicht eine Excretion in flüssiger Form hier vorkomme***). Ganz dasselbe gilt auch von den Organen, die wir bei den Gephyreen als Excretionsorgane ansehen, und die in noch bestimmterer Weise mit der Wassereinfuhr betraut erscheinen. Es sind entweder einfach sackförmige (bei *Thalassema*, *Echiurus*) oder dendritisch verzweigte Schläuche (*Bonellia*), welche in den letzten Abschnitt des Darmcanals einmünden, der wegen dieser Aufnahme anderer Organe als Cloake erscheint. Sie zeigen noch deutlicher die Homologie mit den ähnlichen Organen der Holothurien durch ihre Verbindungsweise mit dem Gefässsysteme, und ragen, wie jene, stets in die Leibeshöhle ein. —

Während wir in den letzterwähnten Organformen eine Vermittelung gegen den Echinodermen-Typus erkennen, so haben wir in der zuerst erwähnten einfacheren Form der Excretionsorgane auch zugleich den Ausgangspunct für das Verständniss höherer Formationen gewonnen. Solche erscheinen bei den Ringelwürmern, bei welchen bis jetzt zwar nur in zwei Familien Excretionsorgane erkannt sind, die aber um so deutlicher den allgemeinen Plan erkennen lassen und mit der hier erscheinenden Gliederung des Körpers mehrfach oder auch vielfältig sich

*) Vergl. Kölliker im zweiten Berichte von der Königl. zootom. Anstalt zu Würzburg. 1849.

**) Bei *Polystomum appendiculatum*.

***) Es ist die Annahme einer flüssigen Ausscheidung jedenfalls so lange gerechtfertigt, bis ein directer Nachweis einer Wasseraufnahme geliefert worden ist. Zudem ist auch mit Hinblick auf das, was oben bei der allgemeinen Betrachtung der Excretionsorgane gesagt ward, nicht unwahrscheinlich, dass beiderlei Thätigkeiten sich combiniren können.

wiederholen. Sie stellen an den Seiten des Leibes ausmündende Canäle vor, die entweder frei in der Leibeshöhle flottiren oder in schleifenförmigen, in ihrem Verlaufe schwer zu verfolgenden Windungen aufgereiht sind. Je nachdem ein Canal auf seinem ganzen Verlaufe ein für sich bestehendes Lumen besitzt, oder zwischen den Windungen Communicationen stattfinden, können wir zweierlei Formen aufstellen, von welchen die eine bei den Scoleïnen, die andere vorzüglich bei den Hirudineen vertreten wird. In der zuerst genannten Familie stellt jeder Canal mehrere neben einander auf- und absteigende Schleifen dar, welche innig unter einander verbunden sind und von einem dichten Gefässnetze gemeinsam umsponnen werden. Es lassen sich verschiedene Abschnitte erkennen, die auch eine ebenso verschiedene Bedeutung tragen, und wenn wir von innen nach aussen gehen, so finden wir den der trichterförmig erweiterten, mit langen Wimperhaaren besetzten Mündung (Fig. 44. *a*) folgenden Abschnitt (*b. b. b*) mit dünnen Wandungen versehen und an einzelnen Strecken mit Cilien ausgekleidet. Durch die Bewegung der letzteren wird eine nach aussen gerichtete Strömung verursacht. Nach mehrfacher Schleifenbildung geht dieser Theil durch eine Veränderung seiner Wandungen in einen andern Abschnitt (*c*) über. Das Lumen desselben ist weiter geworden (*d*) und ringsum lagern in den Zellen der Wände feinkörnige Concremente, die an manchen Stellen dem betreffenden Theile ein weissliches Aussehen verleihen. Auch dieser Theil verläuft schlingenförmig (*d'*) und geht plötzlich (*d''*) in einen weiteren, mit musculösen Wandungen versehenen über (*e*), welcher nach einfacher Umbiegung an die Körperwand tritt (*e'*) und hier seine Ausmündung findet. Während so in ziemlich complicirter Weise ein in jedem Körperabschnitte sich wiederholendes Canalsystem bei den Regenwürmern hergestellt wird, so erscheinen die mit jenen nahe verwandten Naiden mit einfacheren »Schleifencanälen« versehen, denn es sind die

Fig. 44.

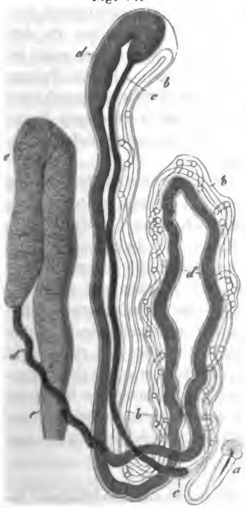


Fig. 44. Ein Schleifencanal von *Lumbricus* mässig vergrössert. *a*. Innere Mündung. *b, b, b*. Heller, in zwei Doppelschleifen aufgereihter Canalabschnitt. *c. c*. Engerer Abschnitt mit Drüsenwänden. *d*. Erweiterter Theil, der in *d'* wieder enger wird und bei *d''* in den musculösen Endabschnitt *e* sich fortsetzt. *e'* Aeussere Mündung.

einzelnen Abschnitte, abgesehen von relativ geringerer Länge, auch wenig scharf von einander geschieden, und nur die vor der äusseren Mündung gelegene Erweiterung lässt sich als ein Aequivalent des musculösen Endtheiles der oben erwähnten Form erkennen. Die innere Mündung verhält sich ähnlich wie bei Lumbricinen. Alle hier vorhandenen Theile lassen sich auf den bei den Plattwürmern näher auseinandergesetzten Typus zurückführen. Der innerste Abschnitt entspricht dem verästelten Theile des Canalsystemes der Plattwürmer, der mittlere, in seinen Wandungen ausgeschiedene Stoffe einschliessende, ist einem der beiden Hauptstämme jener Organform homolog, und der erweiterte, mit musculösen Wänden versehene letzte Abschnitt ist das Homologon der contractilen Blase, in welche die beiden Hauptstämme des Excretionsorganes vieler Plattwürmer einmünden. — Die Schleifencanäle der einzelnen Körpersegmente zeigen in der Regel eine übereinstimmende Bildung, und es bestehen nur unwesentliche Verschiedenheiten in den Grösseverhältnissen; auffallend sind diese nur bei *Tubifex*, wo zwei im vorderen Theile des Körpers gelegene Canäle vor den übrigen Paaren durch eine mächtige Ausbildung ihrer einzelnen Abschnitte ausgezeichnet sind*). Ein ausnahmsweises Verhalten bezüglich der Vertheilung dieser Canäle bietet *Chaetogaster*, der nur mit zwei von einander entfernt liegenden Schleifencanal-Paaren ausgestattet ist.

Die andere der beiden oben unterschiedenen Formen findet sich bei den Hirudineen repräsentirt. Wir treffen hier die Bildung von Schleifencanälen nur in seltenen Fällen, denn wenn auch äusserlich die betreffenden Organe Schleifen darzustellen scheinen, wie bei den meisten Egeln, so ergibt eine genauere Analyse, dass diese Schleifenorgane aus einem labyrinthförmigen Canalsysteme bestehen, welches mit einer erweiterten Stelle nach aussen mündet und auch einen einfacheren, kürzeren oder längeren Canal hervorgehen lässt, der an seinem Ende in den einzelnen Gattungen ein differentes Verhalten bietet. Bei den einen geht er in eine offene innere Mündung über, die, ähnlich wie bei den Scoleïnen, trichterförmig erweitert erscheint und mit zahlreichen Wimpern besetzt ist. Wir finden dies Verhältniss am ausgebildetsten bei der auf den Kiemen des Flusskrebses schmarotzenden *Branchiobdella*, wo die nur

*) Es liegt dieses Paar in jenem Segmente, welchem die Geschlechtsorgane benachbart sind. D'Udekem hat diese Schleifencanäle in seiner Monographie: *Histoire naturelle du Tubifex des ruisseaux* (*Mém cour. et Mém. des sav. étrang. de l'Acad. Royale de Bruxelles, T. XXVI.*) in ihrer morphologischen Bedeutung verkannt und sie als »Samenleiter« angesehen. Obgleich er den wirklichen Beweis für diese Deutung schuldig bleibt, so ist doch möglich, dass sie in dieser Richtung functioniren. Sicher ist aber, dass wir in ihnen die typische Bildung der Schleifencanäle erkennen müssen.

Der drüsige Abschnitt der Schleifencanäle der Regenwürmer wird durch eine besondere, dem erweiterten Endtheile anhängende Drüse dargestellt. An dem gleichen Endabschnitte gibt Leydig (Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. III, 1851, p. 322) eine Anzahl einzelliger Drüsen an.

in zwei Paaren vorkommenden Organe drei deutlich von einander gesonderte Abschnitte wahrnehmen lassen. Der nächst der äusseren Mündung liegende ist, wie gewöhnlich, erweitert, und darauf folgt ein kurzer, labyrinthförmiger Theil, dessen Wandungen drüsig sind und einen langen, in Schleifen gereihten Canal hervorgehen lassen. Das wimpernde Ende flottirt frei in der Leibeshöhle. Auch bei *Nephelis* und *Clepsine* scheinen die zahlreicher vorhandenen Organe eine gleiche Einrichtung zu besitzen *). Bei einer andern Abtheilung von Egeln ist der labyrinthförmige Abschnitt der grösste und das von grossen Zellen gebildete Parenchym wird von zahlreichen, vielfach anastomosirenden Canälen durchzogen und zeigt überall feinkörnige Inhalts-Massen. Nur an dem der äusseren Mündung zunächst liegenden Anfangstheile, sowie am Endtheile, geht aus dem Labyrinthe eine einfache Canalbildung hervor, die an der letzteren Partie, anstatt einer inneren Mündung, eine blasenförmige Erweiterung darstellt. Es wird somit in diesem Falle, für welchen *Sanguisuga*, *Aulacostomum*, *Haemopis* u. a. Beispiele abgeben, keine Communication der Leibeshöhle mit der Aussenwelt hergestellt. Die Vertheilung der Wimpern auf das Canalsystem ist im Ganzen sehr ungleichmässig, und in der Regel sind nur einzelne Abschnitte mit solchen versehen. Bei einigen scheinen sogar die Wimpern im ganzen Organe zu fehlen.

Die physiologische Bedeutung dieser schwierig zu untersuchenden Apparate der Hirudineen lässt sich vorläufig ebensowenig feststellen, als jene der analogen Organe anderer Würmer, und es ist hinreichend klar, dass aus dem differenten Baue der einzelnen Abschnitte auch eine verschiedene Function hervorgehen muss. Die frühere Annahme, dass hier »Respirationsorgane« vorlägen, durch welche eine Wassereinfuhr bewerkstelligt würde, kann schwerlich in ihrer exclusiven Fassung mehr festgehalten werden, denn wir haben einmal in dem Vorkommen von Drüsenapparaten, deren Product doch sicherlich nicht in die Leibeshöhle geführt werden kann, und zweitens in der, wenigstens bei den Regenwürmern, Naiden und *Branchiobdella* nach aussen gerichteten Wimperung der Canäle wichtige, einer solchen Annahme sich entgegenstellende Gründe. Somit wäre nur die Function der Abscheidung von Stoffen aus dem Körper, sei es, dass diese in den Canalwandungen abgelagert werden, oder dass sie bei vorhandener innerer Mündung in diese eintreten und durch das Lumen der Canäle nach aussen gelangen, eine den homologen Organen aller Würmer gemeinsame, und es wäre zugleich dadurch begründet, die ganze mannichfaltige Formenreihe dieser Organe als »Excretionsapparate«

*) Wir können dieses aus den von Leydig (Zweiter Bericht von der Königl. zootom. Anstalt zu Würzburg, 1849) bei jenen Würmern beschriebenen rosettenförmigen Wimperorganen erschliessen. Leydig hatte dieselben damals, wie auch frühere Beobachter, als eine mit dem Blutgefässsystem im Zusammenhang stehende Einrichtung angesehen, später jedoch ihre Beziehungen zu den erwähnten Organen erkannt, so dass also auch hier der einheitliche Plan sich herstellen lässt.

anzusehen, ohne dabei über die noch wenig ermittelten anderen Functionen, die mit der Function der Abscheidung einhergehen können, voreilig aburtheilen zu wollen. —

§. 25.

Organe der Fortpflanzung.

Die Geschlechtsverhältnisse der Würmer sind bei den einzelnen Ordnungen, ja sogar Familien nach mannichfachen Typen gebaut, so dass sich kaum eine allgemeine Skizze davon geben lässt. Besonders complicirt erscheinen die Geschlechtsorgane bei den niederen Formen einer jeden der grossen Abtheilungen, und diese sind zugleich Hermaphroditen, indess die höherstehenden mit der geschlechtlichen Trennung, zum Theile auch durch dieselbe, eine viel grössere Einfachheit der Zeugungsorgane offenbaren.

Hermaphroditisch sind fast alle Plattwürmer — ausgenommen sind die Nemertinen und Microstomeen —, *Sagitta*, die Scoleinen und Hirudineen, und wahrscheinlich auch die Peripatiden. — Getrenntes Geschlecht besitzen dagegen die Nemathelminthen, die Nemertinen und alle Kiemenwürmer. —

Sowie bei den letzteren der einfache Bau der Organe daraus resultirt, dass eigentlich blosse Geschlechtsdrüsen vorhanden sind, in denen das ganze fertige Ei entsteht oder Sperma erzeugt wird, und alle Ausleiteapparate entweder fehlen oder auf das geringste Maass reducirt sind, so erlangen die Geschlechtsorgane der niederen, hermaphroditischen Würmer gerade durch eine grosse Entfaltung der Ausfuhrwege und der damit in Verbindung stehenden accessorischen Organe, eine bedeutende Complication, die sie vor allen übrigen Organen des Thieres als die bei weitem meist entwickelten erscheinen lassen.

Wenn wir den Bau dieser hermaphroditischen Zeugungsorgane uns vorführen und mit den einfachsten beginnen, so tritt hier zuerst *Sagitta* auf, welche durch den Mangel fast aller accessorischer Organe sich auszeichnet, sowie sie auch durch die strenge Symmetrie des gesammten Geschlechtsapparates von den übrigen unterschieden ist. Männliche und weibliche Geschlechtsdrüsen liegen nämlich seitlich im Hinterleibsende, durch ein Längsseptum von einander geschieden, vorne die Ovarien und hinter diesen die Hoden, mit denen der Körper des Thieres abschliesst. Die letzteren öffnen sich in einen kurzen, vorwärts gerichteten, über die Leibesoberfläche etwas verlängerten Ausführgang, der häufig mit Samenmasse prall gefüllt erscheint, und so zugleich als Samenblase functionirt *). Die Ovarien springen je nach dem Entwickelungszustande ihrer Contenta

*) Eigenthümlich ist der Cilienbesatz der Wandungen der Hoden, durch welchen die in Entwickelung begriffene Samenmasse beständig stromauf- und abgetrieben wird. —

verschieden stark in die Leibeshöhle des Thieres vor, und besitzen dieselbe Schlauchform wie die Hoden. Längs der Ovarien läuft ein Eileiter an der Seite nach hinten zu, und öffnet sich dicht vor dem Anfange der Hoden, mit einer gleichfalls vorstehenden kurzen Röhre nach aussen.

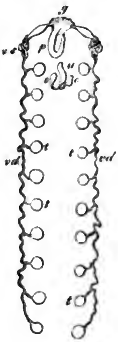
Auch bei den Scoleïnen, sowie auch bei den Hirudineen sind, soweit die Geschlechtsverhältnisse bis jetzt erkannt wurden, die beiderseitigen Organe in einem und demselben Individuum in keiner engeren Verbindung unter einander, und münden auch immer getrennt von einander nach aussen. Was die erst erwähnte Ordnung angeht, so finden sich die Geschlechtsorgane regelmässig in dem vordersten Körperdrittheile gelagert. Die männlichen bestehen aus mehren unregelmässig gestalteten, zur Brunstzeit als grosse, weisse Drüsen erscheinende Hoden. — Bei *Lumbricus* sind es deren vier — von denen die jeder Seite einen gemeinschaftlichen Ausführgang besitzen, der bei den Regenwürmern eine Strecke weit nach hinten verläuft und am 15. Körperringe auf die Bauchfläche ausmündet. Bei den im Wasser lebenden Naiden scheinen die Hoden eines directen Ausfuhrganges zu entbehren, und bei *Tubifex* ist es wahrscheinlich, dass sogar ein Paar durch ihre Grösse ausgezeichneter Schleifencanäle als Samenleiter fungiren. — Die weiblichen Organe bestehen bei den Lumbricinen aus einem geringen, am 13. Leibesringe mit der Bauchwand des Körpers verbundenen Ovarium, von wo aus die Eier in die Leibeshöhle gelangen und durch die weiten Oeffnungen zweier Tuben aufgenommen und ausgeleitet werden. Bei den kleineren Gattungen, z. B. bei *Enchytraeus*, liegen die Ovarien frei in der Leibeshöhle und stellen eigentlich nur nach und nach zu Eiern sich entwickelnde Zellenhaufen vor. Zu den männlichen Organen gehören noch verschiedene in der Nähe gelegene Blasen, die jedoch, ohne anatomischen Zusammenhang mit den inneren Geschlechtstheilen, für sich auf die Körperoberfläche ausmünden. Da sie zur Begattungszeit mit Samenmasse gefüllt erscheinen, so liegt es nahe, sie als Samenblasen anzusehen, von denen aus der Befruchtungsact vollzogen wird. *Lumbricus* besitzt 4, *Tubifex* 2 dieser Blasen *).

Die Hirudineen zeigen, wie die vorigen, eine symmetrische Anordnung der Geschlechtsorgane, die in allen ihren Abschnitten streng von einander geschieden sind. Die immer paarig vorhandenen Hoden finden sich in verschiedener Anzahl als bläschenförmige, längs den Sei-

*) Ungeachtet mehrer neuer Untersuchungen über die Geschlechtsorgane der Lumbricinen und Naiden, so ist doch im Ganzen hierüber noch wenig Sicheres bekannt. Bei den kleineren Naiden scheinen die Geschlechtsorgane nach der Begattungszeit wieder zu schwinden, was darauf schliessen lässt, dass hier sehr einfache Verhaltnisse vorliegen und complicirte Ausführapparate jedenfalls fehlen. Eine Darstellung der Geschlechtsorgane von *Tubifex* ist neuerdings von d'Udekem gegeben. Dieselbe ist aber, trotz der anscheinenden Genauigkeit, sehr ungenügend. Werden doch die spermatophorenhaltigen Blasen als »*glandes capsulogène*« angesehen! — Vom Regenwurme ist eine gute Untersuchung der Geschlechtsorgane von E. Hering gegeben (Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. VIII, 1857).

ten der Bauchfläche vertheilte Gebilde (Fig. 45. *t*) (6 Paare bei *Piscicola*, 8 bei *Haemopis*, 9 bei *Sanguisuga* und 12 bei *Aulacostomum*), die auch zu einem einzigen acinösen Drüsenpaare vereinigt sich darstellen können (bei *Nephelis*) *). Sie senden nach aussen einen kurzen Ausführgang, der sie mit dem jederseits von hinten nach vorne verlaufenden *vas deferens* (*vd*) verbindet. Dieses bildet vorne knäuelartige Windungen, oder ist auch spindelförmig erweitert, wodurch eine Art Samenblase vorgestellt wird (*vs*). Darauf tritt es zu dem vorne in der Medianlinie des Körpers liegenden Begattungsorgane. Das letztere besteht aus einer Art von Tasche, in der ein musculöser, cylindrischer, verschieden langer *Penis* (*p*) liegt, der daraus hervorgestülpt werden kann. Bei *Branchiobdella* **) wird er mit vielen nach rückwärts gerichteten Häkchen besetzt, und erscheint nur als das hervorstülpbare Ende des *vas deferens;* als eine kurze Papille gibt er sich bei *Piscicola* zu erkennen. Die Wurzel des *Penis* wird häufig von zahlreichen, eine gelappte Drüse darstellenden Schläuchen — einer *Prostata* vergleichbar — umgeben (*g*), die bei *Branchellion* in zwei distincte Lappen geschieden sind. —

Fig. 45.



Die weiblichen Organe der Hirudineen sind im Ganzen viel einfacher. Die beiden Ovarienschläuche (Fig. 45. *o*) sind selten gewunden, oder buchtig erweitert und, wie bei *Piscicola*, ohne in die Bildung einzelner Abschnitte, Eileiter und Uterus einzugehen, gemeinschaftlich ausmündend; häufiger gehen die meist sehr kleinen Ovarien in einen kürzeren oder längeren Eileiter über, der bei *Branchellion* schleifenförmig gebogen ist und mit einer spindelförmigen Erweiterung als Uterus endet. Bei *Pontobdella* führt jeder Eileiter in eine ovale Uterustasche, deren jede besonders auszumünden scheint. In *Haemopis*, *Nephelis* und *Sanguisuga* dagegen vereinigen sich die Eileiter zu einem gemeinsamen, gewundenen Canale, der wenn erweitert als Uterus anzusehen ist, und durch die weibliche Geschlechtsöffnung ausmündet. Diese letztere liegt bei allen Egeln in der Medianlinie des Körpers hinter der Mündungsstelle des männlichen Apparates ***).

Fig. 45. Geschlechtsorgane von *Aulacostomum*. *t*. Hoden. *vd*. *Vas deferens commune*. *vs*. Gewundener Theil des Samenleiters, einer Samenblase analog. *p*. Penis. *g*. Prostata. *o*. Ovarien. *u*. Uterus.

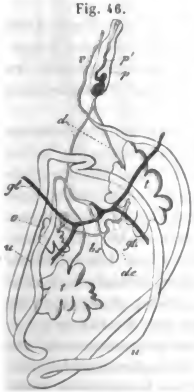
*) Einfach schlauchförmig sollen nach Quatrefages die Hoden von *Pontobdella*, nach de Filippi jene von *Haementeria* sein.

**) *Branchiobdella* entfernt sich bezüglich der Zeugungsdrüsen von den Hirudineen; Samen und Eier bilden sich nicht in völlig geschlossenen Organen, auch existiren getrennte Samenblasen wie bei *Lumbricus* und *Tubifex*. Es sind aber die hierüber bekannten Thatsachen zu einer allgemeineren Verwerthung noch zu wenig ausreichend erkannt.

***) Zum Geschlechtsapparate dieser Annulaten gehörig kann auch noch eine

Die **hermaphroditischen Plattwürmer**, also: **Cestoden**, **Trematoden** und **Turbellarien**, mit Ausnahme der Nemertinen und Microstomeen, zeigen in der Anordnung ihres Geschlechtsapparates eine grosse Anzahl von Uebereinstimmungen, so in der Gruppirung der einzelnen Theile, in dem Vorkommen grosser Drüsenapparate, die mit den weiblichen Organen verbunden sind, und endlich in der innigeren Vereinigung von beiderlei Geschlechtsorganen, die in der Regel durch eine gemeinschaftliche Oeffnung ausmünden. Die einzelnen Bestandtheile sind zumeist paarig vorhanden, zeigen aber in Uebereinstimmung mit dem ungegliederten Körper fast niemals jene Wiederholung, wodurch die hermaphroditischen Ringelwürmer sich auszeichneten.

Fig. 46.



Der **männliche Apparat** wird in der Regel aus 2 rundlichen oder schlauchförmigen, seltener verästelten Hoden (Fig. 46. 47. *t*) gebildet, deren Ausführgänge (*d*) entweder jeder für sich, oder beide unterwegs schon vereinigt, in eine Samenblase (Fig. 47. *vs*) führen, die mit dem Begattungsorgane in Verbindung steht. Bei einzelnen **Trematoden** ist nur ein einziger Hode vorhanden, andere (*Distoma*) besitzen deren 2—3—4, indess bei den **Bandwürmern** eine noch grössere Anzahl discreter Hodenbläschen sich findet. Von den Hoden aus führt bei **Trematoden** zuweilen (?) noch ein besonderer Gang (Fig. 46. *dc*) zu einem mit den weiblichen Organen verbundenen *Receptaculum seminis* (*bs*), so dass also auch auf directem Wege Samenmasse den weiblichen Genitalien zugeführt werden kann*).

Fig. 46. Geschlechtsapparat von ***Distoma globiporum***. *t, t*. Hoden. *d*. Ausführgänge der Hoden. *dc*. Verbindung zwischen einem Hoden und den weiblichen Organen. *p*. Ruthenschlauch. *p'* Ruthe. *o*. Ovarium. *bs*. Samentasche (*receptaculum seminis*). *u, u*. Uterus. *v*. Scheide. *gl*. Ausführgänge der accessorischen Drüsen (Dotterstöcke). (Nach v. Siebold.)

---

der Haut zukommende Einrichtung erwähnt werden. Bei den Lumbricinen entwickelt sich nämlich zur Zeit der Geschlechtsreife eine ringförmige Drüsenschicht um jenen Abschnitt des Vorderleibes aus, der die inneren Geschlechtsorgane birgt. Dieser, vorzüglich auf dem Rücken und an der Seite stark hervortretende und meist lebhaft gefärbte Hautdrüsengürtel, Sattel (*Clitellum*) benannt, liefert ein Secret, welches die Eikapseln bildet, und welches, nachdem es vom Thiere mit den Eiern abgestreift, stark sich zusammenziehend, zu einer rundlichen Kapsel erhärtet. Bei den Egeln werden die Eikapseln gleichfalls von einer durch die Körperoberfläche gebildeten und erhärtenden Secretmasse hergestellt, aus der das Thier, die gelegten Eier darin zurücklassend, sich hervorzieht. (Vergl. oben bei den Integumenten.)

*) So wenigstens nach v. Siebold's Untersuchungen.

Das Begattungsorgan (*Penis*, *Cirrus*) besteht aus einem durch besonderen Muskelapparat vorstreckbaren Gebilde (Fig. 46. *p'*, 47. *p*), der Fortsetzung des aus der Samenblase kommenden *ductus ejaculatorius*, und wird in der Regel von einer Tasche umhüllt, die man bei Trematoden und Cestoden als Cirrusbeutel bezeichnet. Es ist der *Penis* entweder nur eine einfache musculöse Röhre, wie bei den Planarien, manchen Trematoden, oder es zeigt die Aussenfläche des hervorgestreckten *Penis* noch einen Häkchenbesatz (die meisten Trematoden und Cestoden), der bei manchen rhabdocoelen Strudelwürmern sehr entwickelt ist, und wenn das Organ sich wieder einstülpt, in das Innere desselben zu liegen kommt (vergl. Fig. 48. *p*).

Die Ausmündung des männlichen Apparates ist in der Regel dicht neben dem weiblichen, so dass *Penis* und Scheide neben einander liegen, es können dann die beiden Mündungen sich mit einander vereinigen, zu einer einzigen Geschlechtsöffnung verschmelzen, die an verschiedenen Körperstellen angebracht sein kann*).

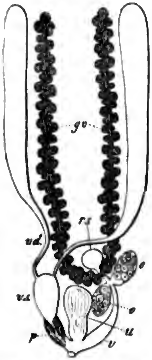
Die weiblichen Organe der hermaphroditischen Plattwürmer sind durch kleine, einfache (Fig. 46. *o*) oder doppelt vorhandene (Fig. 47. *o*) Keimdrüsen — Ovarien — ausgezeichnet, die durch kurze Ausführgänge in einen Canal sich fortsetzen, der in Ausdehnung sehr verschieden, bald als Eileiter, bald als Uterus betrachtet werden kann. Das Ende dieses Ausfuhrcanals mündet in die Geschlechtsöffnung nach aussen, und kann, häufig erweitert, als Scheide bezeichnet werden. Von beträchtlicher Länge und vielfach im Körper hin und her gewunden, oftmals auch, namentlich gegen sein Ende zu, sehr erweitert, erscheint dieser Eiergang bei den Trematoden (Fig. 46. *u*), weniger bei den Cestoden; er wird dann als Uterus angesehen, da die Eier in ihm sich ansammeln und ihre Hüllen erhalten. Bei mächtiger Entwicklung dieses Uterusschlauches, die mit der Massenproduction von Eiern in geradem Verhältnisse steht, erscheint dann der ganze Körper des Thieres wie mit Eiern erfüllt. Die nur wenige Eier auf einmal producirenden Strudelwürmer sind fast immer nur mit einem kurzen Eiergange versehen, in welchem die Eier niemals längere Zeit verbleiben; als Uterus functionirt dagegen eine dem Eiergange angehängte Tasche (Fig. 48. *u*), die sogar auch getrennt von diesem in die Geschlechtsöffnung ausmünden kann, und in der das Ei mit einer Schale umgeben wird.

Zu den weiblichen Organen gehören noch zweierlei verschiedene accessorische Gebilde, erstlich eine bei der Begattung das Sperma des als Männchen functionirenden Individuums aufnehmende Blase, die Samen-

*) Die Geschlechtsöffnung liegt meist an der Bauchfläche in der Mitte des Körpers bei den meisten Trematoden, bei *Tristoma* seitlich nahe am Vorderrande. Auch bei den Planarien ist sie an der Bauchfläche angebracht. Von Cestoden ist sie bei einigen am seitlichen Rande der Glieder (*Taenia*), bei anderen in der Mitte eines Gliedes gelagert (*Bothryocephalus*). — Bei den hermaphroditischen rhabdocoelen Strudelwürmern wird sie in der Regel am hintern Körperende getroffen.

Samentasche oder das *Receptaculum seminis*, dann zweitens eine besondere Drüse, die man als Dotterstock bezeichnet hat, und die ein dem eigentlichen Eie zugegebenes Ernährungsmaterial für den künftigen Embryo liefert.

Fig. 47.



Die Samentasche, eine rundliche oder längliche Blase, mündet in das Ende des Eierganges ein, zunächst der Stelle, wo auch die Ovarien sich mit demselben vereinigen, sie ist demnach je nach der Länge des gemeinschaftlichen Eierganges mehr oder weniger von der Geschlechtsöffnung entfernt (Fig. 48. *rs*). Sie ist es auch, in welche bei den Trematoden noch ein besonderer Verbindungsgang mit den Hoden, ein drittes *Vas deferens*, sich öffnen soll.

Der sogenannte »Dotterstock« ist fast immer eine paarige, bei den Planarien stets, bei den übrigen hermaphroditischen Plattwürmern, besonders den Trematoden, in der Regel verästelte Drüse, die sich oft weit im Körper verbreitet, und ihre Ausführgänge (Fig. 47. *gl*) vereinigt oder getrennt in den Eiergang sendet, meist an der Stelle, wo auch der Eierstock mit ihr in Verbindung steht (Fig. 48. *gv*). Das Product dieser Drüsen sind Zellen oder Körner, welche in bestimmten Quantitäten dem Eikeime beigegeben und mit ihm gemeinschaftlich von der Eischale umhüllt werden. In morphologischer Hinsicht kommen die sogenannten »Dotterstöcke« mit anderen Drüsenapparaten überein, die wir bei Gliederthieren und Mollusken oft in bedeutender Ausbildung den weiblichen Organen angefügt sehen, deren Secrete aber dann eine meist differente Bedeutung besitzen. Es ist aber auch noch unter den Mollusken eine Analogie zu finden, wenn wir berücksichtigen, dass die von den Dotterstöcken der Plattwürmer gelieferten Substanzen sich beim Aufbaue des Embryo nur in indirecter Weise betheiligen und nur zur ersten Ernährung des künftigen Individuums dienen. Damit fallen die sie liefernden Drüsenorgane vollständig in die Kategorie der accessorischen Zeugungsapparate, und dürften am ehesten mit den sogenannten Eiweissdrüsen der Schnecken zu vergleichen sein*).

Fig. 48. Geschlechtsapparat von *Vortex viridis*. *t*, *t*. Hoben. *vd*. Vasa deferentia. *vs*. Samenblase. *p*. Hervorstülpbares Begattungsorgan. *oo*. Ovarien. *gv*. »Dotterstöcke«. *rs*. *Receptaculum seminis*. *v*. Scheide. *u*. Uterus (nach M. Schultze).

*) Man hat diese Dotterstöcke, die früher vielfältig mit den wirklichen Ovarien verwechselt wurden, vorzüglich durch v. Siebolds (Lehrb. d. vergl. Anatomie) Darstellungen als von den eikeimbereitenden Organen verschiedene Apparate kennen gelernt und ihr Secret als die Dottersubstanz des Eies bildend angesehen. Davon ausgehend wurden denn die Eierstöcke als »Keimstöcke« bezeichnet und beide

An den getrennt geschlechtlichen Würmern sind männliche und weibliche Organe in der äusseren Configuration beträchtlich übereinstimmend, sehr häufig sind auch die einzelnen Abschnitte einander entsprechend gebaut. — Bei den Nemathelminthen herrschen röhrige Formen vor, lange, weit in die Körperhöhle sich erstreckende Schläuche erscheinen als Ovarien, Eileiter und Uterus, oder Hoden, *vas deferens* und Samenblase, je nach der Beziehung, in der sie zu den Geschlechtsproducten stehen. Am meisten abweichend hiervon sind die Geschlechtsorgane der Acanthocephalen eingerichtet, indem bei diesen ein die darmlose Leibeshöhle durchziehender Strang (das *Ligamentum suspensorium*) bei den Männchen samen-, bei den Weibchen eierbereitende Organe trägt. Die Hoden erscheinen als zwei rundliche, über einander liegende Drüsen, von denen je ein *vas deferens* sich zum Hinterleibe begibt, um dort mit den Ausführgängen einer Anzahl schlauchförmiger Drüsen in das Begattungsorgan zusammen zu münden. Das letztere gleicht einem Saugnapfe und vermag ein- und ausgestülpt zu werden. Es umfasst bei der Begattung das ähnlich gestaltete Hinterleibsende des Weibchens. Bei diesen entwickeln sich die Eier an differenten Stellen der strangförmigen Axe, deren ganze Oberfläche somit als Ovarium functionirt. Sie lösen sich in Klumpen ab, gerathen in die Leibeshöhle und werden von hier aus durch die Mündung eines weit geöffneten glockenförmigen Organes aufgenommen, welches vom Hinterleibsende aus nach innen vorspringt, und in den kurzen, durch eine enge Scheide ausmündenden Uterus führt*).

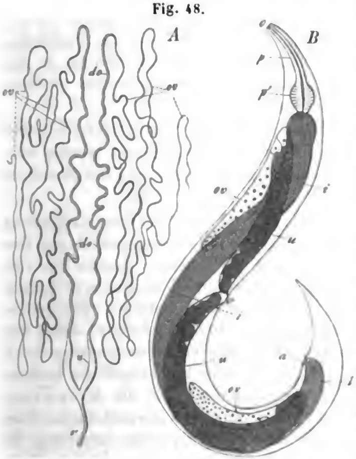
»Keimstöcke« und »Dotterstöcke« in ihrer Summe als die Aequivalente der Ovarien anderer Thiere angesehen. Es schien hiernach bei diesen Würmern ein anderes Verhältniss der Organisation der Geschlechtsorgane im Vergleiche mit jenen der übrigen Thiere obzuwalten, da die Function des Eierstocks hier auf zweierlei Organe getheilt sein sollte. Und doch ist das Ganze der Einrichtung bei weitem nicht so verschieden, als man glauben möchte. Bedenkt man, dass das Ei stets als fertige Zelle den Eierstock (Keimstock v. Siebolds) verlässt, dass ferner immer nur dieses Ei sich furcht, niemals die ihm mitgegebene Dottermasse, so ist für die einheitliche Anschauung die Basis gewonnen. Die sogenannte Dottermasse ist dann Ernährungsmaterial, welches vom primitiven Eie entweder nach und nach absorbirt wird, so dass die Eizelle noch auf Kosten des übrigen Inhalts des Eies sich vergrössert, oder es dienen diese Substanzen erst dem sich entwickelnden Embryo zur Nahrung, wie die Eiweisshülle eines Schneckeneies dem entwickelten Embryo noch längere Zeit als Nahrung dient. — Die an der Entwickelung der Planarien-Eier gemachte Beobachtung, dass neben den jungen Embryonen noch sog. Dotterzellen sich finden, die schliesslich von den jungen Planarien verzehrt werden, gehört wohl gleichfalls hierher und vervollständigt nur die ganze auf gemeinsamem Principe beruhende Reihe der Erscheinungen. —

Ueber die oben dargelegte Deutung der sogenannten Keim- und Dotterstöcke hat sich zuerst Aubert bei *Aspidogaster conchicola* ausgesprochen (Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. VI, 1855, p. 362).

*) Ueber die Geschlechtsorgane der Acanthocephalen sind vorzüglich die Mittheilungen v. Siebolds (in Burdachs Physiologie, Bd. II. p. 197) von Wichtigkeit. — Neue Untersuchungen liegen von G. Wagener vor (Zeitschr. f. wiss. Zoolog. Bd. IX. Heft 1.) — Ueber die »Glocke« s. Stein in V. Carus, *Icones zootomicae*.

Bei den **Nematoden** wird der weibliche Apparat, der nur bei wenigen (*Trichocephalus*, *Trichosoma* u. a.) einfach, bei den übrigen dagegen doppelt ist, durch einen langen Schlauch dargestellt, der oft eine beträchtliche Ausdehnung besitzt, und dann vielmals in der Leibeshöhle auf- und niedersteigt. Der hinterste meist kleinste Abschnitt (Fig. 48 *ov.*), mag der Schlauch einfach oder doppelt sein, ist das Ovarium; der nächstfolgende weitere stellt den Einleiter (*do.*) vor, und dieser ist es vorzüglich, der die grösste Ausdehnung aufweist. Darauf folgt ein kurzer als Uterus erscheinender Theil (*u*), der, bei doppeltem Genitalschlauche mit jenem der andern Seite sich vereinigend, eine kurze, engere Scheide vorstellt, und mit dieser nach aussen führt. Die einzelnen Abschnitte sind in der Regel nur ganz undeutlich von einander geschieden, und gehen so in einander über, dass es fast nur die grössere oder geringere Weite der einzelnen Abschnitte ist, die als Maassstab der Bezeichnung benutzt wird. Die weibliche Geschlechtsöffnung (Fig. 49. *B. v.*) liegt in der Regel gegen die Mitte des Körpers zu, selten vorne in der Nähe des Mundes und eben so selten am hinteren Körperende.

Fig. 48.



Hiermit im Wesentlichen übereinstimmend ergeben sich auch die weiblichen Organe der **Gordiaceen**, deren Geschlechtsröhren bald gewunden, bald mehr gestreckt durch den Körper verlaufen. Die Grössenverhältnisse der einzelnen Abschnitte zeigen, wie bei den **Nematoden**, vielfache hier nicht zu erwähnende Verschiedenheiten, die Geschlechtsöffnung ist stets am hinteren Leibesende, oder doch in dessen Nachbarschaft angebracht.

Die **männlichen Organe der Nematoden** lassen die einzelnen Abschnitte gleichfalls nur als Erweiterungen oder Verengerungen des gemeinsamen nur einfach vorhandenen Schlauchs erkennen. Am wenig-

Fig. 49. *A*. Weibliche Geschlechtsorgane von *Ascaris lumbricoides*. *ov.* Ovarien. *do.* Eileiter. *u.* Uterus. *v.* Scheide. *B.* Rundwurm aus der Leibeshöhle eines Regenwurms. *o.* Mund. *p.* Speiseröhre. *p'.* Schlundkopf. *i.* Darmcanal. *a.* After. — Die Bezeichnung für die Geschlechtsorgane wie bei *A*.

sten ist das blinde, selten noch getheilte, als Hoden fungirende Ende, von dem darauf folgenden *Vas deferens*-Abschnitte unterscheidbar, wogegen der nun folgende Abschnitt, die Samenblase, durch grössere Weite characterisirt wird. Von hier aus führt ein kurzer *Ductus ejaculatorius* an die Basis des Begattungsorganes. Es wird dieses aus einem oder zwei festen und gebogenen chinitisirten Stäbchen zusammengesetzt, die in einem musculösen Sacke — (ähnlich dem Cirrusbeutel der Plattwürmer) — geborgen werden, und aus demselben durch seine eigene Thätigkeit hervorgestreckt werden, wobei sie eine Halbrinne formiren. Die Einziehung wird durch besondere, dem Ende des Ruthensakes angeheftete Muskeln bewerkstelligt. Die Geschlechtsöffnung, in deren Nähe oft noch schlauchförmige Drüsengruppen angetroffen werden, ist immer am hinteren Körperende angebracht. —

Die Gordiaceen sind durch die paarigen Hodenschläuche von den Nematoden verschieden. Dagegen ist das *Vas deferens* wieder einfach, und mündet ebenfalls am hinteren Körperende ohne Beziehung zu Begattungsorganen nach aussen.

Unter den Strudelwürmern tritt uns nur die kleine Abtheilung der Microstomeen mit getrennten Geschlechtern entgegen, deren Organe an jene der hermaphroditischen sich anschliessen, jedoch um vieles einfacher gebaut sind, die Weibchen besitzen ein einfaches Ovarium. welches sich unmittelbar in einen Uterusschlauch fortsetzt. Die männlichen Organe werden aus einem länglichen Hodenschlauche, einer Samenblase und damit in Verbindung stehenden Penis zusammengesetzt, Theile die in ihrem speciellen Verhalten mit den Homologen der hermaphroditischen Turbellarien übereinstimmen. An die Microstomeen reihen sich die Nemertinen an, die durch die mehrfache Wiederholung derselben Organe, sowie durch deren paarige Lagerung die Vermittelung mit den Ringelwürmern herstellen*). Sowohl männliche als weibliche Zeugungsdrüsen stellen (und soweit lassen sich die einzelnen Beobachtungen vereinigen) zur Seite des Darmes gelagerte Säckchen vor, die ohne Verbindung unter einander an dem Seitenrande des Körpers ausmünden**). Die sonst vorhandenen accessorischen Drüsenorgane

*) Eine Ausnahme hiervon bildet die Süsswassernemertine *Prorhynchus* (vergl. Fig. 34.), bei welcher der weibliche Apparat unpaar ist, und dadurch an jenen der Microstomeen sich anschliesst.

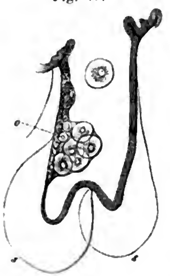
**) Ueber die Geschlechtsverhältnisse der Nemertinen ist man in mehrfachen Puncten noch uneinig, doch dürfte das oben angeführte Verhalten für die meisten zutreffen. Quatrefages und M. Schultze sind die Vertreter hierfür. Das getrennte Geschlecht wird überdies noch von van Beneden bei *Dinophilus* bestätigt, doch sollen hier die paarigen Geschlechtsdrüsen in einer, auf dem Rücken des Thieres gelegenen Oeffnung zusammen ausmünden (*Bulletin de l'Acad. de Bruxelles* 1851). Die Art und Weise, wie Nemertinen ihre Eier absetzen, ist ebenfalls ein Beleg für eine separate Ausmündung der Ovariensacke. So bildet *Nemertes olivaceus* um seinen Körper eine Gallerthulle, in welche das Thier die Eier auf zahlreiche Hauf-

scheinen zumeist zu fehlen, und auch Begattungsorgane werden vermisst*), worin gleichfalls eine Annäherung an die getrenntgeschlechtlichen Ringelwürmer sichtbar wird. —

Die grösste Anzahl der mit Kiemen oder Fussstummeln versehenen Annulaten zeigt bezüglich der Geschlechtsorgane eigenthümliche Verhältnisse, es bestehen nämlich keine discreten, zur Production der Eier oder des Samens besonders geformten Organe, sondern es werden die Geschlechtsproducte an einzelnen Partien der Körperwand durch Umwandlung der vorhandenen Zellenelemente gebildet und gerathen, sehr frühe schon sich ablösend, in die Leibeshöhle, so dass sie hier erst ihre Reife erlangen.

Die betreffenden Körperstellen functioniren somit, je nach dem Endziele ihrer Producte, als Hoden oder Ovarien, ohne dass ihnen die anatomische Bedeutung solcher zukäme, und daher kommt es denn, dass diese Thiere ausserhalb der Periode ihrer geschlechtlichen Entwickelung oft keine Andeutung von Geschlechtsorganen erkennen lassen.

Fig. 49.



Es sind aber auch Kiemenwürmer bekannt (so *Aphrodite*), bei denen den Keimstätten ein besonderes Gewebsstroma zukömmt, welches strangartige, zu beiden Seiten des Bauchmarkes gelegene Bildungen darstellt, und sich häufig in ein reiches, die ganze Leibeshöhle durchziehendes Netzwerk erhebt. Eier oder Samen entwickeln sich dann in bläschenförmigen Anhängen dieser Faserstränge oder in den verästelten Fortsätzen derselben, und es bilden die Eier zur Zeit ihrer Reife traubenähnchen vertheilt absetzt (vergl. die schöne Abbildung von M. Schultze in V. Carus' zootomischem Atlas Taf. VIII. Fig. 14.). Es erinnert dies an die gleichfalls von der äusseren Körperhülle abgeschiedenen Eierhülsen der Hirudineen und Lumbricinen. —

Fig. 50. Seitlicher, einem Fussstummel analoger Fortsatz von *Tomopteris*. o. Ovarium, als ein Haufen von Eizellen, von denen eine grössere sich bereits in die Leibeshöhle abgelöst hat. s, s. Schuppenartige Ruderplatten.

Bei den Süsswassernemertinen scheinen die Geschlechtsorgane viel einfacher gebildet zu sein. Bei *Prorhynchus stagnalis* fand M. Schultze einen einzigen schlauchförmigen Eierstock.

*) Als Begattungsorgan der Nemertinen wird von Manchen der über dem Darme liegende Rüssel (siehe oben) angesehen; so betrachtet ihn Oersted als ein Reizorgan, und auch v. Siebold vergleicht den in dessen Grunde verborgenen Stachel mit dem Liebespfeile der Schnecken. Ueber die Bedeutung, die wir diesem Organe seiner Morphologie nach zumessen müssen, ist oben schon das Nähere auseinandergesetzt. —

liche Gruppen. Stets jedoch werden Samenmassen wie Eier in das Leibescavum entleert *).

Auf welche Weise in diesen Fällen der Austritt der Zeugungsstoffe aus dem Körper stattfindet, ist noch nicht mit Gewissheit erkannt, und es ist nur mit Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass sie direct durch Oeffnungen erfolge, durch welche die Leibeshöhle mit dem umgebenden Medium in Verbindung steht. Unter den diöcischen Annulaten sind es vorzüglich die Gephyreen, von denen mit Bestimmtheit nur die Trennung der Geschlechter bekannt ist, während die Verhältnisse der Organe selbst noch nicht zur völligen Befriedigung untersucht sind. Alle Beobachter stimmen jedoch darin überein, dass die Geschlechtsproducte in schlauchförmigen Drüsen gebildet werden und die Eier wie Samen bei manchen, so bei *Sipunculus*, in die Leibeshöhle gelangen, indess andere Gattungen deutliche Ausführgänge der Genitalschläuche aufweisen. Diese münden, wenn sie mehrfach sind, zumeist getrennt, auf der Bauchfläche des Körpers, nach aussen, wobei die Mündungen sogar auf papillenförmigen Hervorragungen stehen können, durch welche vielleicht eine Begattung vermittelt wird. So nach M. Müller bei *Thalassema* **). —

---

*) Von Quatrefages werden Nereiden und Euniciden strangförmige, neben dem Bauchmarke verlaufende Geschlechtsorgane zugeschrieben, die durch seitliche Aeste in jedem Segmente in die Leibeshöhle sich öffnen (*Ann. des sc. nat. sér. III. Tom. XVIII.*). — Ueber die Geschlechtsorgane der Kiemenwürmer vergl. Ausführlicheres bei Leuckart in seinen und Frey's Beiträgen zur Kenntniss wirbelloser Thiere. 1847.

**) Ueber die Geschlechtsorgane der Gephyreen vergl. man vorzüglich Peters in Müll. Archiv 1850 und Krohn ibid. 1851 von *Sipunculus*. —

Während von den Geschlechtsproducten der Würmer die Eier im Allgemeinen ausser dem schon oben bei den Dotterstöcken Angeführten keine besonders abweichenden Verhältnisse bieten, zeigen die Elemente des Samens, die Spermatozoiden, mehrere nicht unbeträchtliche Verschiedenheiten. Starre, bewegungslose Gebilde, auf der Stufe einer Zelle stehend, stellen sie bei den Rundwürmern dar. Sie sind entweder einfache runde Zellen oder von kegelähnlicher Gestalt. Haarförmige Samenelemente besitzen die Turbellarien und Ringelwürmer; die der letzteren sind meist mit einem cylindrisch oder knopfartig verdickten Vorderende versehen. Die Vereinigung einer Menge von Samenfäden zu einer compacten Masse, die dann als solche in die weiblichen Organe übertragen wird, ist bei verschiedenen Würmern beobachtet, bei Planarien, bei *Clepsine*, *Piscicola* u. a. Solche Spermatophoren kommen auch den Scoleinen zu.

Fünfter Abschnitt.

Arthropoda.

§. 26.

Der Körper der in dieser Abtheilung vereinigten Thiere zerfällt in eine in der Regel bestimmte Anzahl von Segmenten, die jedoch einander in ihrer Ausbildung ungleichwerthig sind. Diese Heteronomie spricht sich aus nicht allein in der Verschiedenheit der äusseren Gestaltung, der ungleichen Grössenentwickelung, sowie in dem häufigen Verschmelzen einzelner Segmente oder Segmentgruppen unter einander, welche Verhältnisse auch alle an den Segmenten vorhandene Anhangsgebilde innig berühren, sondern auch vorzüglich in der verschiedenen Bedeutung, welche die einzelnen Segmente sammt ihren Gliedmaassen für den Gesammtorganismus besitzen. Noch auffallender ist die Ungleichwerthigkeit der Körperabschnitte in den inneren Organen ausgedrückt, selbst da, wo (wie bei Myriapoden, manchen Crustaceen) die äussere Erscheinung der Segmente in gleichartiger Reihenfolge auftritt.

Die Wiederholung der inneren Organe, die bei den nach ähnlichem Grundplan gebauten Annulaten vielfältig vorhanden war, ist hier zum grössten Theil verschwunden, und selbst am Bauchstrange des Nervensystems, welches am längsten dem allgemeinen Organisationsplan gehorcht, verkündet die durch Vereinigung einzelner Ganglienabschnitte ausgesprochene Concentrationstendenz des Organismus das Aufhören der Gleichwerthigkeit seiner einzelnen Theile. Dadurch erhält jeder dieser Abschnitte eine viel grössere Wichtigkeit für den ganzen Organismus, weil seine Function durch keinen anderen gleich gestalteten und gleich potenzirten ersetzt wird.

Man hat für den Arthropodentypus das Vorhandensein gegliederter Körperanhänge als wesentlich angenommen, und demnach in diese Abtheilung nur solche, mit Gliedmaassen versehene Thiere eingereiht; es führt aber hier wie überall das Hervorheben eines einzigen, nicht speciell im Gesammtplan tief begründeten Merkmals zu Inconvenienzen weshalb ich die oben ausgesprochene, die ganze Organisation viel inniger berührende Heteronomie der Segmente vorne anstellen, und die gegliederten Anhänge des Körpers, die als eine weitere Entwicklung der Fussstummel der Ringelwürmer anzusehen sind, als ein blosses Accidens, nur die höhere Entfaltung dieses Typus beurkundend, ansehen möchte*).

*) Es könnte demgemäss der Name »Arthropoda« abzuändern sein, ich ziehe jedoch vor, ihn als einmal eingebürgert beizubehalten, da er ohnedies für die grösste Mehrzahl der hier einschlägigen Abtheilungen bezeichnend ist. Stehen doch auch

Sie können daher fehlen, ohne dass der Gliederthiertypus dadurch verwischt wird *).

Das Fehlen der Gliedmaassen des Körpers würde so vielmehr eine niedere Stufe des Arthropodentypus ausdrücken, gleichwie auch den unteren Abtheilungen der Ringelwürmer die analogen Gebilde (Fussstummeln) abgehen. Bei höheren Bildungen treten dann die gegliederten Anhänge auf, anfänglich jedem Körpersegmente zukommend, in mannichfacher Form und entsprechend vielfältiger Bedeutung, als Fühler, als Mundorgane, als Füsse, als Ruderwerkzeuge oder sogar als Organe, die der Athmung vorstehen (Crustaceen). Die Gliedmaassen gleichnamiger Segmente wechseln hier noch vielfach Form und physiologischen Werth, während sie in den höheren Classen auf eine bestimmte Segmentzahl beschränkt sind, und nur als Fühler, Mundtheile und Locomotionsorgane erscheinen. Bei den einen (den Arachniden) ist bei bestimmter Gliedmaassenzahl die Veränderung der Bedeutung noch sichtbar, die morphologisch gleichwerthigen Theile können als Fühler oder Mundorgane oder Füsse erscheinen, bei den andern sind sie theils unbestimmter Zahl (Myriapoden), theils bei bestimmter (Insecten) in derselben Bedeutung vorhanden, und bei den letzteren zumal ist Zahl wie allgemeine Bedeutung und specielle Beziehung zu den einzelnen Körpersegmenten eine unabänderliche geworden.

Obgleich im Grossen betrachtet auch in den Abtheilungen der Arthropoda eine stufenweise Entfaltung des Typus vom niedern zum höhern nicht zu verkennen ist, so muss ich doch die einzelnen Classen als einander gleichwerthig ansehen, insofern in jeder ein gewisser engerer Typus eine selbständige und relativ hohe Stufe seiner Ausbildung erreicht.

Uebersicht der Classen.

I. Rotatoria **).

1. Ordn. Sessilia.

Melicerta, Megalotrocha, Floscularia, Stephanoceros.

---

bei den »Vertebraten« manche Thiere, denen jede Spur eines »Wirbels« abgeht. Will man sich denn einmal streng auf die einem unvollständigeren Erkenntnisskreis entsprungene Anschauung stützen, so mag man dies consequent durchführen, und damit nicht etwa nur den Amphioxus entfernen, sondern auch den ganzen Fortschritt der Wisssenschaft, wie er sich in der angestrebten Durchforschung des allgemeinen, der Thierschöpfung zu Grunde liegenden Planes kundgibt, einfach negiren!

*) So gehen sie vielen Entwicklungszuständen von Arthropoden ab, ohne dass wir blos deshalb das fragliche Wesen zu den Arthropoden rechnen, weil es sich später etwa zu einem Insecte umwandelt, sondern vielmehr weil sein ganzer innerer Bau sich an den von Arthropoden bekannten anschliesst. Einer fusslosen Fliegenlarve ist der Arthropodentypus ebenso gut schon eingeprägt, wie den vollkommen beflügelten und Füsse tragenden Insecten.

**) Dass ich die Räderthiere zu den Arthropoden stelle und nicht, wie die meisten Andern, zu den Würmern, bedarf wohl nach dem vorhin Bemerkten keiner

2. Ordn. Natantia.

Rotifer, Philodina, Notommata, Hydatina, Brachionus, Noteus.

II. Crustacea.

1. Ordn. Cirripedia.

Balanus, Coronula, Tubicinella, Lepas, Otion.

2. – Entomostraca.

a) Parasita (Siphonostoma).

Lernaea, Penella, Lernaeonema, Chondracanthus, Ergasilus, Dichelestium, Nicothoë, Caligus.

b) Copepoda.

Cyclops, Cyclopsina, Sapphirina.

3. Ordn. Ostracoda.

Cypris, Cythere.

4. – Branchiopoda.

a) Argulina.

Argulus.

b) Daphnoida.

Daphnia, Lynceus, Acanthocercus.

c) Phyllopoda.

Branchipus, Artemia, Limnadia, Apus.

5. Ordn. Poecilopoda.

Limulus.

6. – Malacostraca.

a) Podophthalmata.

α) Decapoda.

Phyllosoma, Mysis, Penaeus, Palaemon, Crangon, Astacus, Galathea, Porcellana, Palinurus, Pagurus, Lithodes, Dromia, Maja, Grapsus, Portunus.

β) Stomapoda.

Squilla.

b) Hedriophthalmata.

α) Laemodipoda.

Cyamus, Caprella.

β) Amphipoda.

Gammarus, Hyperia, Phronima.

γ) Isopoda.

Bopyrus, Cymothoe, Sphaeroma, Idothea, Asellus, Oniscus, Porcellio.

III. Arachnida.

1. Ordn. Pycnogonida.

Pycnogonum, Nymphon, Phoxichilidium.

2. – Tardigrada.

Macrobiotus, Milnesium.

---

näheren Rechtfertigung. Was sie mit den Würmern gemein haben, ist nicht mehr und nicht weniger als einzelne Organe, die wohl ausreichen, sie als selbständige Classe zu betrachten, und sie nicht den Crustenthieren einzureihen, wie Burmeister und Leydig wollten, welche mir aber unzulänglich scheinen, sie daraufhin den Würmern beizuzählen, denn nach demselben Rechte könnten auch die Synapten u. a. als Würmer betrachtet werden.

3. Ordn. Acarina.

Acarus, Sarcoptes, Ixodes, Dermanyssus, Gamasus, Hydrachna, Bdella, Thrombidium.

4. – Phalangea.

Phalangium, Gonoleptes.

5. – Araneida.

Mygale, Clubiona, Argyroneta, Theridium, Tetragnatha, Epeira, Lycosa.

6. – Pseudoscorpiones.

Chelifer, Obisium.

7. – Phrynida.

Phrynus, Telyphonus.

8. – Galeodea.

Galeodes.

9. – Scorpionea.

Scorpio, Androctonus, Buthus.

IV. Myriapoda.

1. Ordn. Chilognatha.

Julus, Polydesmus, Craspedosoma, Glomeris.

2. – Chilopoda.

Scolopendra, Lithobius, Cryptops.

V. Insecta.

1. Ordn. Aptera.

Lepisma, Machilis, Podura.

2. – Hemiptera (Rhynchota).

a) Homoptera.

Pediculus, Coccus, Porphyrophora, Chermes, Aphis, Cicada, Cercopis, Aphrophora, Tettigonia, Fulgora.

b) Heteroptera.

Notonecta, Nepa, Ranatra, Hydrometra, Reduvius, Acanthia, Capsus, Coreus, Cimex, Pentatoma.

3. Ordn. Orthoptera.

Forficula, Blatta, Gryllotalpa, Acridium, Locusta, Phasma, Phyllium, Mantis, Termes, Psocus, Thrips, Perla, Ephemera, Libellula, Aeshna, Agrion.

4. – Diptera.

a) Aphaniptera.

Pulex.

b) Pupipara.

Melophagus, Hippobosca.

c) Brachycera.

Oestrus, Musca, Tachina, Syrphus, Leptis, Anthrax, Bombylius, Asylus, Tabanus.

d) Nemocera.

Tipula, Bibio, Simulia, Chirononus, Corethra, Culex.

5. Ordn. Lepidoptera.

a) Heterocera.

Pterophorus, Tinea, Tortrix, Geometra, Psyche, Noctua, Cossus, Bombyx, Sphinx, Smerinthus, Zygaena.

b) Rhopalocera.

Hesperia, Pieris, Vanessa, Colias, Papilio.

6. Ordn. **Strepsiptera.**
Stylops, Xenos.

7. – **Neuroptera.**
Phryganea, Semblis, Sialis, Hemerobius, Myrmeleon, Panorpa.

8. – **Coleoptera***).
Curculio, Cleonus, Bostrychus, Buprestis, Elater, Ptinus, Malachius, Lampyris, Ceambyx, Lamia, Coccionella, Chrysomela, Meloe, Lytta, Pyrochroa, Tenebrio, Opatrum, Geotrupes, Scarabaeus, Cetonia, Melolontha, Lucanus, Silpha, Hister, Staphylinus, Hydrocantharis, Gyrinus, Hydrophilus, Carabus, Calosoma, Brachinus, Cicindela.

9. – **Hymenoptera.**
Cynips, Ichneumon, Tenthredo, Sirex, Chrysis, Sphex, Vespa, Apis, Bombus, Formica.

Literatur.

1) **Räderthiere:** Ehrenberg, Die Infusorien als vollkommene Organismen. Berlin 1838.
Leydig, Ueber den Bau und die systematische Stellung der Räderthiere. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. VI. 1854.

2) **Crustaceen:** J. C. Schaeffer, Abhandlungen von Insecten, 2 Bde. 1794.
O. F. Müller, Entomostraca. 1785.
Jurine, *Histoire des Monocles.* 1820.
Nordmann, Mikrographische Beiträge, Heft II. 1832.
Martin St. Ange, *Mém. sur l'organisation des Cirripédes.* 1835.
Milne-Edwards, *Hist. nat. des Crustacés. III. Vol.* 1843—40.
— — »Crustacea« in der *Cyclopaedia of anatomy. Vol. I.*
Van der Hoeven, *Recherches sur l'histoire naturelle et l'anatomie des Limules.* 1838.
Zaddach, *De Apodis cancriformis anatome.* 1841.
Grube, Bemerkungen über die Phyllopoden im Archiv f. Naturgesch. Jahrgang 19. 1853.
Leydig, Ueber *Argulus foliaceus,* Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. II. Ueber *Artemia salina* und *Branchipus stagnalis ibid.* Bd. III.
Darwin, *A Monograph of the Subclass Cirripedia.* 1851. 1853.
W. Zenker, Anatomisch-systemat. Studien über die Krebsthiere. Archiv f. Naturgesch. Jahrg. 20. 1854.

3) **Arachniden:** Treviranus, Ueber den inneren Bau der Arachniden. 1812.
Dugès, *Recherches sur l'ordre Acariens. Ann. des sc. nat. Sér. II. T. I. II.* 1834. *sur les Aranéides, Sér. II. T. VI.* 1836.
Doyère, *Sur les Tardigrades. Ann. des sc. nat. Sér. II. Tom. XIV.* 1840.
Quatrefages, *Sur l'organisation des Pycnogonides. Ann. des sc. nat. Sér. III. T. IV.* 1845.
Wasmann, Beiträge zur Anatomie der Spinnen. Abhandl. des naturwiss. Vereines zu Hamburg. 1846.

4) **Myriapoden:** Léon Dufour, *Recherches anatomiques sur le Lithobius forficatus et le Scutigera lineata. Ann. des sc. nat. T. II.* 1824.

---

*) Die Schwierigkeit der Eintheilung einiger Insectenordnungen in mehre, einander gleichwerthige grössere Gruppen, hat mich bestimmt, bei solchen ganz davon abzusehen, und nur die wichtigsten Gattungen anzuführen, die als Repräsentanten ebenso vieler Familien betrachtet werden können.

J. Müller, Zur Anatomie der *Scolopendra morsitans*. Isis 1829. p. 549.
Brandt, Beiträge zur Kenntniss des inneren Baues von *Glomeris marginata*. Müll. Archiv 1837.
R. Jones, »Myriapoda« in der *Cyclopaedia of anatomy and physiology. Vol. III.* 1842.

5) **Insecten:** Réaumur, *Mémoires pour servir a l'histoire des Insects.* 1734.
Swammerdam, Bibel der Natur. 1752.
Lyonet, *Traité anatomique de la Chenille qui ronge le bois de saule.* 1762.
Suckow, Anatomisch-physiologische Untersuchungen der Insecten und Crustenthiere. 1818.
Strauss-Dürckheim, *Considérations sur l'anatomie comparée des animaux articulés, auxquelles on a joint l'anatomie descriptive du melolontha vulgaris.* 1828.
Burmeister, Handbuch der Entomologie. Bd. I. 1832.
Newport, »Insecta« in: *Cyclopaedia of anatomy and physiology. Vol. II.* 1839.
L. Dufour, *Recherches anatomiques et physiologiques sur les Hémiptères.* 1833. *Sur les Orthoptères, les Hymenoptères et les Neuroptères.* 1841.

§. 27.

Körperbedeckung und Bewegungsorgane.

a) Vom Integumente.

Die Körperbedeckungen der Arthropoden zeigen die bei den Würmern schon mehrfach angedeutete Bildung einer festen, von unterliegender weicher Matrix abgeschiedenen äusseren Schichte in so ausgebildeter Weise, dass mit einziger Ausnahme der Räderthiere bei allen die ganze äussere Begränzungsfläche des Körpers mit einer solchen Cuticularmembran versehen ist. Diese Umhüllung fehlt nur bei den Räderthieren am vordersten Körpertheile. Hier liegen weiche Theile zu Tage und hier kommt es auch zur Bildung von Wimperhaaren, welche, oft von sehr beträchtlicher Grösse, den genannten Körpertheil wie ein Kranz umsäumen. Die übrigen äusseren Körperbedeckungen bestehen auch bei den Räderthieren aus einer chitinhaltigen *) mehr oder minder starren Schichte, wie sie uns bei allen anderen Arthropoden entgegentritt. Ihre Dicke und Festigkeit wechselt ausserordentlich. Weich und nachgiebig ist sie immer zwischen den Körpersegmenten, da wo dieselben beweglich mit einander verbunden sind, fester dagegen zumeist an den Segmenten selbst, sowie an den Gliedmaassen des Körpers; doch bewegt sich im Allgemeinen ihre physikalische Beschaffenheit innerhalb einer grossen

*) Der als Chitin bezeichnete chemische Körper ist zwar in den Cuticularbildungen der Arthropoden am meisten verbreitet, findet sich aber auch bei verschiedenen anderen Thierabtheilungen vor, und zwar gleichfalls in Substanzen, die Abscheidungen von Zellen darstellen. Er ist in der Regel in solchen Körpertheilen wirbelloser Thiere vorhanden, die gewöhnlich als »hornig« bezeichnet werden. Characteristisch für die Chitingewebe ist deren Schwerlöslichkeit in Säuren und Alkalien. — Ueber die näheren Verhältnisse dieses Stoffes bei den Arthropoden vergl. C. Schmidt, Zur vergleich. Physiologie der wirbellosen Thiere, 1845, über die Verbreitung des Chitins R. Leuckart, im Archiv für Naturgesch. 1852. p. 22.

Breite, und von der weichen Körperhülle der Spinnen, der meisten Insectenlarven und einzelner Theile selbst vieler ausgebildeter Insecten, finden sich alle Uebergänge zu dem starren Panzer, der den Körper der meisten Crustenthiere, der Tausendfüsse, der Scorpione und unter den Insecten vorzüglich jenen der Käfer u. s. w. umgibt. Zur Erhöhung der Festigkeit dieses Chitinpanzers trägt ausser der Verdickung und Vermehrung der einzelnen Schichten bei vielen Crustenthieren, wie auch bei Myriapoden, noch die Ablagerung von Kalksalzen beträchtlich bei, womit die elastische Beschaffenheit in gleichem Grade schwindet *).

Die weiche, unter der festeren liegende und diese absondernde Schichte der Körperhülle wird stets aus Zellen zusammengesetzt. Sie ist homolog der Epidermis anderer Thiergruppen und hier bei den Arthropoden von relativ geringer Mächtigkeit. Obgleich sie in manchen Fällen, z. B. bei den Crustaceen, Pigmente einschliesst, ist sie in der Regel doch farblos, denn die Färbung der Gliederthiere rührt von Pigmentablagerungen in der äusseren Chitinhülle her. — Die Segmente des Körpers zeigen bezüglich der allgemeinen Form unendliche Verschiedenheiten, deren Rückführung auf allgemeine Bildungsgesetze der Zoologie angehört **).

Mit dem Integumente in directer Verbindung, nur als Verlängerungen oder Fortsätze desselben, erscheinen die mannichfachen Stacheln, Borsten oder haarähnlichen Bildungen, die bei Crustenthieren, Arachniden und Insecten in unendlich mannichfaltigen Modificationen vorkommen und bald innig und unbeweglich mit dem Chitinpanzer verbunden sind, dessen Auswüchse sie darstellen, wie die Borsten an gewissen Körpertheilen der Crustenthiere, die Haare der Spinnen, Raupen u. s. w.; bald im ausgebildeten Zustande nur lose dem Körper ansitzen, wie die Schuppen der Lepidopteren. —

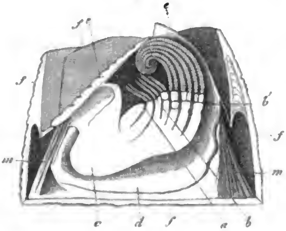
Eine merkwürdige Umbildung des Integumentes erleiden die Cirripedien. Der den Vordertheil des Körpers, sowie den Rücken überkleidende Abschnitt wandelt sich nämlich bei dem Uebergange des freien Larvenzustandes in den festsitzenden in eine sackartige Membran um, in welche der Thierleib eingesenkt wird. Bei den Lepaden bildet sich der Vorderrücken in den Stiel aus, mit denen die Thiere festsitzen, bei den Balanen lässt er das festsitzende Basalstück hervorge-

*) Diese äussere durch Abscheidung entstandene Integumentschicht ist es auch, welche bei mannichfachen Häutungsprocessen der Arthropoden abgestossen wird. Es hat sich dabei immer schon eine neue anfänglich weiche Schichte unter der alten von Seite der Matrix gebildet, und nimmt nach Entfernung der älteren deren Stelle ein. Die bei der Metamorphose stattfindenden Vorgänge der äusseren Formveränderung müssen daher zunächst von der Matrix ausgehend betrachtet werden.

**) Für die Crustaceen ist von besonderer Wichtigkeit die auf alle einzelnen Theile des Hautscelets eingehende Untersuchung von Milne-Edwards, *Annales des sc. nat. sér. III. Tome XVI. p. 221.*

hen. Ein grosser Theil dieses mantelartig den Körper umhüllenden Integumentes stellt durch Verkalkung Schalenbildungen her. Bei den Balanen entstehen solche unter einander verbundene, eine feste Kalkhülle darstellende Schalenstücke (Fig. 50. *f.*) rings um den Körper: der vordere Eingang in die Schale wird vom Mantel zum Theil bedeckt, und es kann dieser sich klappenartig darüber wegziehen. Auch hierin finden sich Kalkstücke (Fig. 50. *e.*) als Stützen. Von diesem kalkigen Hautscelete der Balanen sind bei den Lepaden ausser einem längs des Rückens sich hinziehenden unpaaren Streifen nur die Stützplatten der Deckelklappen entwickelt. In manchen Gattungen sind auch diese weniger ausgebildet, so z. B. bei *Otion*: bis endlich bei *Alepas* das gesammte Integument nur aus weichen Theilen besteht *).

Fig. 50.



Von dem Hautscelete aus geht auch die Bildung innerer Stützapparate, in denen theils einfache Fortsätze, theils brückenartig gestaltete, oft sehr complicirte Gerüste von den ventralen Abschnitten der Segmente in die Leibeshöhle ragen und sowohl der Musculatur Ansatzstellen bieten als auch andere Organe in ihrer Lage fixiren. Sehr entwickelt sind diese inneren Sceletbildungen bei den Crustaceen, besonders den Decapoden, sie fehlen aber auch im Cephalothorax der Spinnen nicht, und finden sich ebenso im Thorax der Insecten. Wie mächtig und scheinbar selbständig diese Theile auch entfaltet sein mögen, so ist ihr Zusammenhang mit dem Integumente anatomisch und genetisch immer nachweisbar, so dass eine Vergleichung mit dem inneren Scelete der Wirbelthiere nicht durchzuführen ist. —

Drüsige, mit dem Integument in Verbindung stehende Gebilde (Hautdrüsen) scheinen, wie dies auch bei den Würmern der Fall war, nur eine geringe Verbreitung zu besitzen, was eben mit der eigenthümlichen Umbildung des Integumentes in Einklang steht. — Unter den Crustaceen sind die bei *Argulus* vorkommenden zierlichen Drüsenfollikel zu erwähnen, welche auf den seitlichen Rand der zweilappigen letzten Kör-

Fig. 50. Durchschnittdarstellung eines ***Balanus***. *a.* Mund des Thiers. *b. b'.* Zu rankenförmigen Gebilden umgestaltete Gliedmaassen. *c.* Kopftheil des Thieres. *d.* Mantelartige Umhüllung. *e. e.* Bewegliche Klappen zum Verschlusse des Gehäuses. *f. f.* Aeussere Schale. *m.* Muskeln (nach Darwin).

*) Der sehr complicirte Bau der Schalen dieser interessanten Crustenthiere ist genau geschildert bei Darwin, *A Monograph of the subclass Cirripedia. The Lepadidae.* 1851. *The Balanidae.* 1854.

persegmente nach aussen münden, und bei den Myriapoden gehören die an den Seiten des Körpers sich öffnenden rundlichen Drüsenbläschen hierher. Das Secret dieser letzteren ist eine ätzende, stark riechende Flüssigkeit, welche bei der Berührung des Thieres entleert wird, und wahrscheinlich zur Vertheidigung dient. Aehnliche Drüsenbildungen sind die mit den Haaren mancher Raupen vorkommenden, aus einer einzigen Zelle bestehenden Säckchen (z. B. bei *Saturnia Carpini*). Auch bei manchen anderen Schmetterlingslarven sind drüsige Modificationen an einzelnen Stellen des Integumentes vorhanden. Es können diese in eigenthümlicher Weise nach aussen umgestülpt werden und erscheinen dann als weiche Fortsätze zwischen den Verbindungen der Körpersegmente. (Zwei im Nacken hervorstreckbare, einen eigenthümlichen Geruch verbreitende Schläuche besitzt die Larve von *Podalirius Machaon*.) *) Hieran reihen sich die bei Käfern (Cantihariden) an den Seiten des Körpers hervorstreckbaren weichen Fortsätze, sowie endlich die Drüsen, welche bei anderen Coleopteren (Meloiden, Coccionelliden u. a.) an den Gelenkverbindungen der Gliedmaassen eine gelb gefärbte und stark riechende Flüssigkeit austreten lassen.

b) Von der Musculatur.

Das Muskelsystem zeigt sowohl in der Zahl der einzelnen Muskeln als in der mannichfachen Anordnung derselben eine sehr hohe Entwicklungsstufe, die immer der verschiedenartigen Bedeutung der Körpersegmente und der verschiedengradigen Ausbildung derselben entsprechend sich verhält und in gleicher Weise von der Musculatur der Ringelwürmer differirt, wie diese durch die homonome Segmentbildung von der heteronomen der Arthropoden sich unterscheiden.

In jenen Formen der Gliederthiere, deren Körpersegmentirung durch mehr oder minder entwickelte Homonomie einen niederen Typus zeigt, wie bei den Isopoden, den Myriapoden, den Larven vieler Insecten, ist daher auch die Anordnung der Musculatur eine homonome, und in jedem Körpersegmente erscheint die Musculatur als eine Wiederholung des Vorhergehenden. Bei einer gänzlichen Verkümmerung der Segmentbildung, wie z. B. bei den Schmarotzerkrebsen, Milben u. s. w., zeigt auch die Anordnung der Muskeln eine entsprechend niedere Stufe.

Erst durch die heteronome Entwicklung einzelner Segmente, sowie durch die Verschmelzung einiger oder mehrerer derselben zu einem grösseren Körperabschnitte kommt auch eine heteronome Anordnung der betreffenden Muskeln zu Stande. Es ordnen sich die einzelnen Muskeln nicht blos in der Weise, dass sie von einem Segment zum andern verlaufen und eine nur durch die Ansatzstellen in jedem Segmente unter-

*) Hervorstülpbare weiche Fortsätze kommen auch am Bauche bei Larven von Blattwespen vor, doch konnte hier die mikroskopische Untersuchung keine besondere drüsige Organisation anschaulich machen.

brochene Längsschichte vorstellen, die vorzüglich auf der Rück- und Bauchseite des Körpers entwickelt ist, sondern es gruppiren sich noch besondere Muskelpartien für die seitlichen Bewegungen des Körpers und für die Bewegung der Gliedmaassen. Die Ausbildung der für letztere bestehenden Musculatur steht zu ihrer Leistungsfähigkeit in geradem Verhältnisse und bietet zumeist ein sehr complicirtes Detail*). Am entwickeltsten sind diese Muskeln bei den Insecten, deren Thoraxraum fast vollständig durch sie ausgefüllt wird. Auch die mächtigen Füsse vieler Crustaceen bedingen eine reich entfaltete Musculatnr. Die zur Bewegung der Körperanhänge (Füsse oder Flügel) bestimmten Muskeln inseriren sich häufig an besondere, von den betreffenden Theilen der Chitinhülle jener Gliedmaassen nach Innen gerichtete Fortsätze, welche sowohl als Verlängerungen des Hebelarmes erscheinen, als auch zur Vergrösserung der Insertionsfläche dienen. Sehr häufig stellen diese Verlängerungen (die sogenannte *Apodemata*) sehnenartige Gebilde dar.

Als Locomotionswerkzeuge finden sich bei den Arthropoden zwei wesentlich verschiedene Organreihen vor. Die eine davon, bei den der gegliederten Körperanhänge entbehrenden Rotatorien verbreitet, besteht aus dem cilienumsäumten Kopftheile; durch die einem laufenden Rade nicht unähnliche Bewegung dieser Cilien schwimmen die Thiere im Wasser umher. Dies Räderorgan zeigt sehr verschiedene Formen. Bald erscheint es als ein wenig ausgedehnter Rand des Vordertheiles des Körpers (die meisten Räderthiere), bald ist es in mächtige Lappen ausgezogen (*Lacinularia*, *Melicerta*), oder es stellt eine Anzahl langer tentakelförmiger Auswüchse dar, die mit Wimperhaaren besetzt sind und kreisförmig den Vordertheil des Körpers umgeben, jedoch nur als eine Formveränderung des einfachen Wimperkranzes anzusehen sind (*Stephanoceros*). In dieser entwickelten Form dient das Räderorgan jedoch nur dem jungen Thiere zur Ortsbewegung, da die älteren festsitzend sind. Es geht hieraus hervor, dass wir in diesem Organe auch noch eine andere Function als die der Locomotion zu suchen haben (siehe unten bei den Ernährungsorganen). Morphologisch betrachtet ist das in Rede stehende Organ eine homologe Bildung mit dem Wimperkranze, der als eine vorübergehende Einrichtung am vorderen Körpertheile von Annulaten- und Molluskenlarven erscheint. Die Bewegung der Rotatorien wird ausserdem noch durch das vielen Gattungen zukommende zangenförmige Hinterleibsende vermittelt, dessen sie sich, wie manche Würmer (Trematoden, Hirudineen) des Bauchnapfs, zum Festhalten beim Kriechen bedienen.

*) Von der Entwicklung dieser Musculatur wird man sich einen Begriff machen, wenn man erfährt, dass Lyonet an der Weidenraupe (*Cossus ligniperda*) über viertausend Muskeln zählte.

Die andere Reihe von Bewegungsorganen umfasst die eigentlich typischen Organe der Gliederthiere, nämlich die gegliederten Anhänge des Körpers. Die Vorbereitung zu dieser Einrichtung ist schon bei den höheren Ringelwürmern nicht zu verkennen. Sie war dort ausgedrückt durch das Vorkommen von Fussstummeln. Bei den Arthropoden kommt dieser Plan zu seiner vollständigen Entwicklung, die einerseits durch die Gliederung dieser Anhänge, andererseits durch die, einer Verschiedenheit der Function entsprechende Mannichfaltigkeit der Form in die Erscheinung tritt.

Wie die niedere Bildung der Fussstummeln der Anneliden auch durch ihre homonome Reihenfolge ausgesprochen ist, so zeigt sie sich auch in den niederen Typen der mit Gliedmaassen versehenen Arthropoden, wie z. B. bei den Myriapoden und bei vielen Crustaceen (Phyllopoden, Isopoden u. a.). Es gibt sich ferner bei diesen Körperanhängen der Gliederthiere noch eine zweifache Erscheinung kund, die jedesmal die Tendenz zeigt, den vieltheiligen Organismus, wie ihn die Ringelwürmer besitzen, in einen einheitlichen umzubilden.

Die erste dieser Erscheinungen ist die Metamorphose der Gliedmaassen zu einer Reihe mannichfaltiger Gebilde, die den verschiedensten Functionen dienen; und zwar sehen wir die Form homologer Anhangsgebilde von den niederen Abtheilungen zu den höheren allmählich aus der schwankenden Bildung in eine feste Gestalt übergehen, unter Beeinträchtigung der Mannichfaltigkeit der Form.

Die zweite Erscheinung ist die Beschränkung der Zahl der Körperanhänge in den höheren Abtheilungen, gleichlaufend mit der grösseren Ausbildung heteronomer Segmente oder mit der Entstehung von grösseren Körperabschnitten durch Verschmelzung einzelner Segmentgruppen.

Wenn auch das Eingehen in eine specielle Schilderung der verschiedenen Körperanhänge in den einzelnen Arthropodenclassen der beschreibenden Zoologie überlassen bleiben muss, so kann doch eine Auseinandersetzung des Planes hier nicht übergangen werden. Wir haben es im Allgemeinen mit paarigen Anhangsgebilden des Körpers zu thun, die, symmetrisch geordnet, an allen Segmenten des Körpers vorkommen können, gleichwie auch die ihnen morphologisch aequivalenten Fussstummeln der Würmer jedem Segmente paarig zugetheilt sind.

Es erleiden die Gliedmaassen in den einzelnen Abtheilungen, wie schon vorhin im Allgemeinen angedeutet ward, eine Reihe merkwürdiger Umgestaltungen, so dass eine, einem bestimmten Körpersegmente zukommende Gliedmaasse, die bei einer Thiergruppe als Fuss, als Locomotionsorgan erscheint, in einer anderen als Kiefer, als Mundorgan auftritt oder auch sogar einen Tastapparat vorstellen kann. Bei dieser wechselnden Function und der daraus hervorgehenden Umformung des Gliedes ist es erklärlich, dass die Erkenntniss der morphologischen Gleichwerthigkeit nur aus der anatomischen Beziehung des betreffenden Theiles zu den

Körpersegmenten selbst geschöpft werden kann, wie solches auch W. Zenker*) in einer trefflichen Arbeit dargethan: »Die Gliedmaassen zwischen dem Auge und Munde heissen Antennen, die zwischen dem Munde und dem After sind zum Theil Kiefer (so lange sie dem Kaugeschäft dienen), zum Theil Füsse (zum Laufen), zum Theil werden sie zum Geschäft des Athmens oder des Ausbrütens der Eier metamorphosirt.« Die Antennen sind überdies noch dadurch unterscheidbar, dass sie vom oberen Schlundganglion (Gehirn) ihre Nerven erhalten, alle übrigen fussartigen Anhänge dagegen von den Ganglien der Bauchkette.

Nehmen wir von hier den Ausgangspunct unserer Betrachtung, so finden wir bei den Crustaceen zwei Paar Antennen, die namentlich bei den Entomostraken mehrfach umgeformt sind, bei den Parasiten oft lange Organe vorstellen und bei den Daphnoiden als Locomotionsorgane erscheinen.

Auch bei den Arachniden sind noch die zwei Antennenpaare vorhanden, von denen jedoch ein Paar immer, häufig aber beide in Mundorgane (Palpen oder Klauenfühler) umgewandelt sind. Bei den Scorpionen stellt das zweite Paar der Antennen die mächtigen Scheerenfüsse, bei den Geisselscorpionen die dünnen fussähnlichen Anhänge dar.

Ein Antennenpaar characterisirt die Myriapoden und Insecten.

Da, wie oben gesagt, ein sicherer Ausgangspunct für die Vergleichung nur aus den Beziehungen der Gliedmaassen zu den Segmenten gewonnen wird, die Segmente aber oftmals vielfach vermehrt erscheinen (Myriapoden, Phyllopoden), oder in geringer Anzahl auftreten (wie bei vielen Crustenthieren, z. B. Laemodipoden, Argulinen u. a.), so ist die Bestimmung der Gleichwerthigkeit der Gliedmaassen eine ausserordentlich schwierige geworden, und es kann nur bei übereinstimmender Segmentzahl eine genaue Vergleichung gegeben werden. Fünfzehn zwischen Mund und After gelegene Körpersegmente bieten unter den Crustaceen die Decapoden und Isopoden, unter den Arachniden die Scorpione, und endlich auch die Insecten dar**). Bei den Crustaceen ist jedes Segment Gliedmaassen tragend. Die ersten sechs Paare davon sind bei den Decapoden in Kauwerkzeuge verwandelt und stellen theils Kieferfüsse vor. Die folgenden fünf Paare erscheinen als wahre Füsse und die letzten vier Paare stellen die sogenannten Afterfüsse vor, deren erstes Paar bei dem Männchen häufig als Ruthe functionirt. Bei dem Weibchen dienen entweder alle Afterfüsse oder einige derselben meist den Eiern zur Befestigung. Das letzte Anhangs-

---

*) Im Archiv f. Naturgeschichte. 1854.

**) Es liegen zwar mehrfache Versuche vor, die Zahlenverhältnisse der Segmente des Arthropodenkörpers auf ein bestimmtes Princip zurückzuführen, allein man kann wohl behaupten, dass letzteres noch immer zu den Desideraten gehört. Es können deshalb auch nur solche Arthropodenformen bezüglich der Segmente und Segmentgliedmaassen unter einander verglichen werden, deren Körper in der Segmentzahl übereinstimmende Structurverhältnisse zeigt.

paar bildet bei den langschwänzigen Decapoden die Seitentheile der Schwanzflosse.

Bei den Isopoden sind nur die ersten vier Paare als Mundorgane gebildet, die sieben folgenden erscheinen als Füsse, die vier letzten als Athemorgane. Die Umbildung der letzten Körpergliedmaassen in Athemorgane ist überhaupt unter den Crustaceen sehr verbreitet und geschieht in mannichfaltiger Weise, worüber das Nähere in dem Abschnitte über die Athemorgane nachzusehen ist.

Die Vergleichung der Gliedmaassen der Arachniden wird bei den Scorpionen durch die vollständige Segmentirung des Körpers erleichtert, so dass man bei dem Vorkommen von vier Fusspaaren, welche auf die als Antennen gedeuteten Anhänge folgen, erstere (die Füsse) als die morphologischen Aequivalente der Kiefern der Isopoden ansehen muss. Den übrigen Abschnitten des Arachnidenkörpers gehen die Gliedmaassen ab, und es könnten etwa nur die bei den Scorpionen vorkommenden kammartigen Anhänge in der Nähe der Geschlechtsöffnung als solche gedeutet werden.

Unter den Insecten endlich treffen wir durchgehends nur drei Paare zu Mundtheilen umgewandelter Gliedmaassen (Oberkiefer, Unterkiefer und Unterlippe, welch' letztere bei allen Orthopteren einen paarigen Anhang vorstellt, bei den übrigen Insecten dagegen zu einer Platte verschmolzen ist), und drei Paare, die als Locomotionsorgane, als Füsse, dienen, während die übrigen Segmente der Gliedmaassenbildung entbehren.

Die eben auseinander gesetzte Vergleichung der Gliedmaassen lässt sich nach folgender von W. Zenker gegebenen Uebersicht darstellen, in welcher die vorzüglichsten Modificationen der der unterern Körperhälfte angehörigen Gliedmaassen berücksichtigt sind. *M* soll dabei die Kiefer, *P* die Füsse, *p* die Afterfüsse bezeichnen, während — die fusslosen Segmente characterisirt:

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7—11.	12—15.
Flusskrebs	*M*I.	*M*II.	*M*III.	*M*IV.	*M*V.	*M*VI	*P*I—V.	*p*I—IV.
Assel	*M*I.	*M*II.	*M*III.	*M*IV.	*P*I.	*P*II.	*P*III—VII.	*p*I—IV.
Scorpion	*P*I.	*P*II.	*P*III.	*P*IV.	—	—	—	—
Insect	*M*I.	*M*II.	*M*III.	*P*I.	*P*II.	*P*III.	—	—

Die Füsse der Arthropoden erleiden wiederum nach der Art der Locomotion verschiedene Umbildungen, erscheinen als Gehe- oder Schreitfüsse, wenn sie cylindrische Glieder besitzen, oder sie sind, wenn letztere von überwiegender Breite erscheinen, in Schwimmfüsse umgewandelt, wofür Crustenthiere und Insecten viefache Beispiele liefern. Namentlich bei den ersteren als im Wasser lebenden Thieren ist diese Bildung häufig und erscheint, wie bei den Phyllopoden, in der gesammten Reihe der zahlreichen Gliedmaassenpaare so allmählich in die

ersterwähnte Bildung der Füsse übergehend, dass keine bestimmte Grenze dieser Modification zu sehen ist —

In der obersten Classe der Arthropoden treten ausser den Füssen noch besondere Locomotionsorgane als Flügel auf. Ein bis zwei Paare dieser Flügel sind dann dem zweiten oder dem zweiten und dritten Thoraxsegmente inserirt und zeigen hinsichtlich des Grades ihrer Ausbildung, wie auch in ihrer Structur, eine Reihe von Verschiedenheiten, deren nähere Berücksichtigung Gegenstand der beschreibenden Zoologie ist*). Es fehlen die Flügelbildungen vollständig nur den eigentlichen Apteren, wie z. B. den Poduriden, während sie in allen übrigen Ordnungen als typisch vorhanden sind, wenn auch manche flügellose nur einen niederen, den früheren Entwicklungszustand repräsentirende Gattungen darin vorkommen.

Es stehen aber die Flügelbildungen der Insecten als dem Rücken angehörige Körperanhänge oder dorsale Gliedmaassen keineswegs ausserhalb der typischen Organreihe der Gliederthiere und bilden nicht ein blosses Accidens der Classe der Insecten. Geht man zur Auffindung der Homologie wiederum von jenen Theilen aus, die zum Körper gleiche anatomische Beziehungen besitzen, so muss man die Flügel als Gliedmaassen ansehen, die nach einer anderen Richtung modificirt sind als die Füsse, zu welch' letzteren sie sich ebenso verhalten, wie die Rückenstummel der Ringelwürmer zu den Bauchstummeln. Es sind die Flügelbildungen der Insecten eben nur modificirte Dorsalgliedmaassen, die auf gewisse Segmente ebenso beschränkt sind, wie die ventralen Gliedmaassen, die Füsse. Haben wir die Homologie, die zwischen den Fussstummeln der Ringelwürmer und den Gliedmassen der Arthropoden im Allgemeinen besteht, einmal anerkannt, so finden wir auch in anderen Arthropodenclassen die Homologa der Insectenflügel auf. Ich meine damit die bei manchen Crustenthieren über den Füssen sich inserirenden Kiemenbildungen. Es wird diese Homologie nicht dadurch gestört, dass in anderen Fällen die Kiemen den Füssen direct angefügt sind, indem ja auch bei den Ringelwürmern — die Homologie einmal festgehalten — dorsale und ventrale Körperanhänge vielmals mit einander zu einem ein-

*) Nur ein vorderes ausgebildetes Flügelpaar besitzen die Dipteren, deren hinteres Paar durch die sogenannten Schwingkölbchen (Halteres) repräsentirt wird. Nur das hintere Flügelpaar (am dritten Thoracalsegmente eingefügt) ist bei den Strepsipteren vorhanden. Die vierflügeligen Ordnungen besitzen die beiden Paare selten gleichmässig gebildet. So treten Grössendifferenzen bei den Hymenopteren und Schmetterlingen auf. Das vordere Flügelpaar ist hier meist das grössere, kräftiger entwickelte. Noch auffallender wird diese Verschiedenheit bei den Orthopteren, wo das erste Flügelpaar häufig nur als Deckorgan des zweiten dahinter liegenden und darunter geborgenen ist. Auch bei den Hemipteren ist die Bedeutung des ersten Paares eine ähnliche, bis bei den Käfern endlich das vordere Paar als Decke der eigentlichen Flügel erscheint. Die gleichmässigste Ausbildung der Flugwerkzeuge besitzen die Neuropteren. —

zigen Fussstummelpaare verbunden sind und damit sogar einen einzigen Körperanhang darstellen. — Die allgemeine Homologie, die zwischen Flügeln und ventralen Gliedmaassen besteht, wird oftmals noch durch die Gliederung der Flügel selbst näher begründet, wie solche z. B. bei den einschlagbaren Flügeln der Coleopteren und der Forficuliden deutlich erkennbar ist*).

§. 28.

Organe der Empfindung.

a) Vom Nervensysteme.

In der allgemeinen Anordnung des Nervensystems reihen sich die Arthropoden enge an die höheren Abtheilungen der Würmer an, so dass man in beiden das Gemeinschaftliche des speciellen Planes nicht verkennen kann, doch ist er schon in den Arthropoden zu höherer Entwicklungsform ausgebildet, während er bei den Würmern nur vorbereitet war.

Eine grössere, im Kopfe des Thieres dem Schlunde aufgelagerte Ganglienmasse, das obere Schlundganglion, wird als Gehirn gedeutet und bildet, indem es sich durch Verbindungsstränge mit einer am Bauchtheile des Thieres gelagerten Ganglienkette (Bauchmark) verbindet, die obere Abtheilung eines Nervenschlundringes. Die Grösse dieses oberen Schlundganglions (Gehirnes) erscheint abhängig von der Entwicklung der Sinnesorgane (den Augen und Tastwerkzeugen), die es auch stets mit den ihnen zukommenden Nerven versorgt. In den niederen, der Gliedmaassen entbehrenden Formen der Arthropoden repräsentirt dies Schlundganglion das gesammte Nervensystem. Bei rudimentärer Kopfbildung und damit in engstem Zusammenhange stehendem Mangel der Sinnesorgane erscheint dann wieder das obere Schlundganglion nur rudimentär und das vorzüglich die Gliedmaassen versorgende Bauchmark bildet den überwiegenden Theil des Nervensystems.

Die Gliederung des Bauchmarks, die im Allgemeinen in der Aufein-

*) Wenn die Körperanhänge der Insecten bei fast allen ausgebildeten Zuständen nur in beschränkter und bestimmter Anzahl vorkommen, so sind jene Formen um so bemerkenswerther, bei denen auch noch das vollendete Insect an gewissen Segmenten des Abdomens gliedmaassenartige Anhänge trägt, denn dadurch gibt sich kund, wie der dem Arthropodentypus eingeborene Plan sich selbst noch in jenen Classen erhält, in denen die Beschränkung der Gliedmaassen auf die Thoracalsegmente zur Regel geworden ist. Drei Paar mehrgliederige Anhänge finden sich am Abdomen eines Staphyliniden (*Spirachta Eurymedusa*). In viel grösserer Verbreitung kommen morphologische Aequivalente von Gliedmaassen bei den Larven von Insecten vor, und es sind hierfür nicht allein jene zu nennen, die als Füsse dienen, sondern auch solche gegliederte Anhänge, die als Athemorgane (Tracheenkiemen) functionirend, das Abdomen vieler im Wasser lebender Insectenlarven besetzt halten. —

anderfolge von einzelnen durch Längscommissuren verbundenen Ganglienpaaren dargestellt wird, erleidet gleichfalls wesentliche Modificationen, bei denen sich aber überall eine gesetzmässige Abhängigkeit von dem speciellen Bildungsplane des Körpers nicht verkennen lässt. Das Vorhandensein gleichartiger Körpersegmente (bei vielen Crustenthieren, den Myriapoden und Insectenlarven) bedingt auch eine gleichartige Bildung der Ganglien des Bauchstranges und eine Aufeinanderfolge in gleichmässigen Abständen. Es schliesst sich diese Bildung am innigsten an jene der Ringelwürmer an. Sobald aber einzelne Körpersegmente eine von den andern verschiedene Ausbildung zeigen, oder wenn durch Verwachsung einzelner Segmente unter einander eine neue, gleichsam secundäre Gliederung des Körpers in grössere Abschnitte erfolgt (Crustaceen, Insecten), dann zeigt sich auch an dem Bauchstrange des Nervensystems die vorwiegende Entwicklung einzelner Ganglien oder die gegenseitige Annäherung einzelner Gruppen derselben, die nicht selten bis zur völligen Verschmelzung in mehre grössere Ganglien oder zur Bildung einer einzigen grossen Bauchmarkmasse führt *).

Das peripherische Nervensystem nimmt seinen Ursprung aus den Ganglien, wie dies überall die Regel ist, und auch da, wo Nervenfäden von den Commissursträngen abtreten, ist ihr Ursprung, wie solches schon bei den Würmern angeführt ward, von nächstgelegenen Ganglien nachweisbar. Die Vertheilung dieser Nerven findet vorzüglich an der Körperhülle, den Bewegungswerkzeugen und deren Musculatur statt. Nur bei den Arachniden treten auch auch vom Bauchmark Nerven zu den Eingeweiden. Regelmässig werden die letzteren dagegen von einem

---

*) Durch die Untersuchungen Newport's wurde gezeigt, dass bei dem Bauchstrange der Arthropoden (Crustenthiere und Insecten) ein oberes und ein unteres Paar von Nervensträngen vorkommt, von denen das obere sich nicht an der Bildung der Ganglien betheiligt und nur über dieselben hinwegläuft, während das untere Nervenstrangpaar in die Ganglienbildung eingeht. Aus der Vergleichung dieses Befundes mit den Verhältnissen des Rückenmarkes der Wirbelthiere, bei welchem wir auf Grund des Bell'schen Lehrsatzes die unteren, resp. vorderen Stränge als motorische kennen, die oberen, resp. hinteren, durch welche die Spinalganglien gebildet werden, als sensible, geht hervor, dass auch bei den Arthropoden ein ähnliches Verhaltniss sich findet, und dass die schon früher vermuthete Analogie der Bauchstrangganglien der Arthropoden mit den Spinalganglien der Wirbelthiere grosse Wahrscheinlichkeit für sich hat. Nur in der anatomischen Lage findet gerade das umgekehrte Verhältniss statt. Durch die Vereinigung der von den oberen oder motorischen und den unteren oder sensiblen Nervensträngen kommenden Stämmchen entstehen gemischte Nerven. Aber auch blos von den oberen (motorischen) Strängen abgehende Nerven sind beobachtet und ihr Verbreitungsbezirk ward in den Muskeln gesehen. Vergl. hierüber J. Müller in seinem Archive 1835, p. 83. —

Man hat sich dabei wohl zu hüten, auf die genannte Uebereinstimmung hin das Bauchmark der Arthropoden (und Würmer) dem Rückenmarke für »homolog« zu halten, wodurch man dahin käme, mit Geoffroy St. Hilaire die Bauchfläche der Arthropoden für den Rücken anzusehen!

anderen Systeme (einem Eingeweidenervensysteme) versorgt, welches in seinen allgemeinen Umrissen ganz jenem schon bei den Ringelwürmern beschriebenen gleichkommt. Es entspringt dies Eingeweidenervensystem mit einfachen oder mehrfachen Stämmen vom Gehirne und bildet Geflechte, in denen immer einzelne theils symmetrisch angeordnete, theils unpaarige Ganglien zu beobachten sind. Der vorzüglichste Verbreitungsbezirk ist auf dem Darmcanale; aber auch an den Geschlechtswerkzeugen und anderen Binnenorganen werden Zweige davon angetroffen.

Nach dem paarigen oder unpaarigen Vorkommen von Nervenstämmchen und damit verbundenen Ganglien lassen sich zweierlei Formen des Eingeweidenervensystems unterscheiden, die entweder einzeln sich finden, oder die mit einander combinirt sind.

Die speciellen Verhältnisse des Nervensystems stellen sich bei den einzelnen Arthropodenclassen in folgender Weise heraus:

Das gesammte Centralnervensystem der Rotatorien erscheint als ein querliegendes, häufig in zwei Lappen getheiltes Nackenganglion, von dem einzelne Fäden sowohl nach oben zum Wimperapparate, als auch nach abwärts zu anderen Theilen des Körpers gehen. Eine den Schlund umfassende Commissur oder eine mit dem Nackenganglion verbundene Bauchkette ist nach den genauen Angaben Leydig's nicht vorhanden, während von O. Schmidt eine Anzahl zerstreuter, paariger oder unpaariger Ganglien, die jedoch der erstgenannte Beobachter für Bindegewebe erklärt, damit in Verbindung stehen sollen. — Die Bildung des Nervensystems der Räderthiere schliesst sich somit an jene der niederen Turbellarien an, und es beginnt dieses Organsystem also bei den Arthropoden mit denselben niederen Formen wie bei den Würmern.

Unter den niederen, einer rückschreitenden Metamorphose unterworfenen Crustaceen ist das Nervensystem häufig nur durch ein Bauchganglion repräsentirt, welches meist um den Oesophagus eine Commissur entsendet und ausserdem auch die übrigen Körpertheile mit Nerven versieht (z. B. bei *Dichelestium*). — Mit dem Bestehen und der selbständigen Ausbildung eines Kopfes verbindet sich auch noch eine Gehirnmasse, sowie auch die Gliederung des Körpers die Existenz getrennter Bauchganglien bedingt (z. B. *Chondracanthus*). Ein solch gegliedertes Bauchmark, mit fünf bis sieben Ganglien versehen, zeigen dann schon die Cirripedien, bei denen entweder eine einfache Commissur den Schlund umfasst (Balaniden) oder sich noch mit einem über dem Schlund liegenden Gehirnganglion verbindet (Lepadiden). — Die Cyclopiden sind mit Bauchmark und Gehirn versehen, ersteres wird aber nur aus einer geringen Anzahl von Ganglien zusammengesetzt. Sehr verschieden hiervon verhalten sich die sonst nahe verwandten Sapphirinen. Bauchmark und Gehirn bildet bei diesen eine längliche, nicht weiter in einzelne Abschnitte getheilte Masse, deren Mitte der Oesophagus durchsetzt, indess vom Anfange dieses Nervencen-

trums die einzelnen Stämmchen entspringen*). Aehnlich verhält sich auch das Nervensystem der Poecilopoden, indem eine ansehnliche Nervenmasse den Schlund ringförmig umgibt und unten noch einmal durch drei quere Stränge verbunden ist. Ein von dem unterem Ringtheile abgehender stärkerer Doppelstrang begibt sich zum Schwanze, um hier mit einem Ganglion zu enden; dieses erscheint dann als das Ende des in seinen übrigen Theilen zu obigem Ringe verschmolzenen Bauchmarkes. Die Branchiopoden (Daphnoiden, Phyllopoden und die Argulinen) besitzen ein vollständiges Nervensystem, aus Hirnmasse und Bauchmark gebildet, welch letzteres eine verschiedene Anzahl von Ganglien umfasst**), die theils durch auseinander weichende Quer- und Längscommissuren sich verbinden und gegen das Ende bis zur völligen Verschmelzung einander genähert (*Apus*), theils nur dicht hinter einander gelagert sind (*Argulus*).

Bei den höheren Crustaceen, wie bei den Decapoden, ist die beträchtliche Entwicklung des Kopfganglions characteristisch. Es ist durch ziemlich lange Commissuren mit dem Bauchstrange verbunden, der bei den langschwänzigen Krebsen in der Regel 12 Ganglienpaare aufweist; davon gehören die ersten 6 der Brust und dem Abdomen an und sind von den übrigen, im Schwanze (Postabdomen) liegenden durch eine beträchtliche Grösse ausgezeichnet, wie denn auch aus ihnen die bedeutenden Nerven der Füsse des Cephalothorax hervorgehen. Die schon unter den Decapoden bei den Macruren (*Palaemon*, *Palinurus*) angedeutete Verschmelzung der ersten Brustganglien prägt sich vollständiger in der Bildung des Nervensystems der Anomuren und Brachyuren aus. Schon bei den ersteren ist der vordere Theil des Bauchmarks auf drei Ganglien reducirt und der übrige Abschnitt ist der Verkümmerung des Abdomens und Postabdomens entsprechend nur durch eine doppelte Längscommissur vertreten, die sich mit einem am hinteren Leibesende gelegenen Ganglion in Verbindung setzt***).

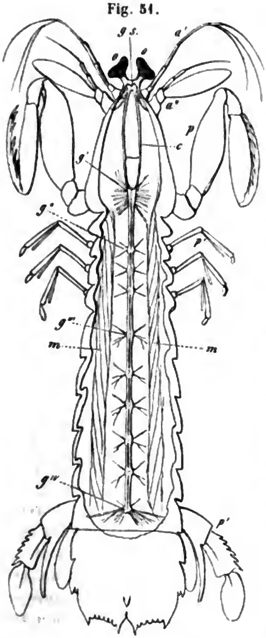
---

*) Die Vergleichung des Nervensystems der Sapphirinen mit dem der Cyclopiden lehrt, wie trügerisch es ist, die Formverhältnisse eines Organes oder Organsystemes ausschliesslich von Einem Verhältnisse, z. B. von dem Bestehen der Segmente ableiten zu wollen. In den beiden genannten Crustaceen verhalten sich die Segmente in Zahl und auch im Wesentlichen der allgemeinen Configuration fast völlig gleich, und dennoch ist bei dem einen eine vollständige Gliederung, bei dem andern eine totale Verschmelzung des Bauchmarks vorhanden!

**) Die Zahl der Ganglien bei *Apus* ist wohl die beträchtlichste unter allen Crustaceen. Auf zwei Ganglien des Thorax folgen eilf für das Abdomen und circa 49 für das Postabdomen, die jedoch grösstentheils nur durch die von ihnen abtretenden Nerven unterscheidbar sind.

***) Bei den so verschiedenen Zahlenverhältnissen der Ganglien des Bauchstranges ist wohl zu berücksichtigen, dass die Annäherung einzelner Ganglien an einander oft sehr beträchtlich ist, so dass dadurch scheinbar ein einziges Ganglion entsteht, dessen Zusammensetzung aus der Anzahl aus ihm hervortretender Nervenstämme erschlossen werden muss. — Die höchste Ganglienzahl besitzen unter den

Fig. 51.



Bei den **Stomapoden** schliesst sich das Nervensystem mehr an jenes der langschwänzigen **Decapoden** an, indem die Zahl der Ganglien bei den **Squilliden** 10 beträgt. (Fig. 51. g' g^{IV}). Die übrigen Abtheilungen der **Malacostraken**, wie die **Laemodipoden**, **Amphipoden** und **Isopoden**, zeigen nur selten eine Vereinigung von Ganglien, so dass die Bauchkette meist immer in deutlicher Gliederung getroffen wird. Die Verbindungsstränge der Ganglien stehen in der Regel weit von einander ab. Einige Verschiedenheit ergibt die Bildung des Kopfganglions (Gehirns). Dies ist beträchtlich entwickelt unter den **Amphipoden** bei den grossäugigen **Hyperinen**, während es bei den **Gammarinen**, dann bei den **Isopoden** und **Laemodipoden** das erste Brustganglion an Grösse kaum übertrifft. Die Zahl der Bauchganglien ist bei den **Amphipoden** 10—12, bei den **Isopoden** 7—13, bei den **Laemodipoden** 8, eine Verschiedenheit, die zum Theile aus der Verschmelzung einzelner Ganglien *) unter einander erklärt werden muss, theils durch die ungleichartige Entwicklung der ein-

Fig. 51. Nervensystem von *Squilla*. *O*. Augen. *a'*. Erstes, *a''*. zweites Antennenpaar. *p*. Raubfüsse, mit einschlagbaren Endgliedern versehen. *p'*. Ruderfüsse, das letzte Paar der fussartigen Anhänge geht in Schwanzflossenbildung ein. *m*. Muskeln. *g, s*. Oberes Schlundganglion. *c*. Commissurstränge. *g'*. Thoracalganglien. *g''*, *g'''*, g^{IV}. Bauchganglien.

Decapoden die **Phyllosomen**, von deren Gehirn sehr lange Commissuren zum ersten Abschnitte des Bauchmarkes treten. Dieser wird aus 12 Ganglien gebildet, die zur Hälfte innig mit einander vereinigt, zur anderen Hälfte einander nur nahe gelagert sind. Der letzte Abschnitt des Bauchmarkes wird dann noch aus 6 im Postabdomen gelagerten und durch längere Commissuren getrennte Ganglienpaare dargestellt. Die gleichfalls den **Decapoden** beizurechnenden, eine eigene Unterabtheilung derselben darstellenden **Mysiden** sind mit der geringsten Zahl von Bauchganglien (5) versehen. —

*) So entspricht das letzte Bauchganglion vieler **Isopoden** einer Summe von Ganglien, die sich nach den davon abgehenden Nervenstämmchen auf 5 bestimmen lässt.

zelnen Körpersegmente, von denen sogar manche völlig fehlen können, wie das Postabdomen der Laemodipoden.

Die Organisation des Nervensystems der Arachniden wiederholt im Allgemeinen jenes Verhalten, welches bei den Crustaceen schon näher betrachtet und soweit als möglich auf seine bedingenden Momente zurückgeführt ward, und so treffen wir auch hier auf der einen Seite einen deutlich gegliederten Bauchstrang, auf der andern Seite die grösste Concentrirung desselben, und wiederum rudimentäre Bildungen des Nervensystems sind auch in den unteren Reihen der Spinnenthiere keineswegs fehlend. Es beginnen diese niederen Bildungen bei den Milben, deren Bauchmark ein einfacher Nervenknoten repräsentirt. Von ihm aus umschlingt den Oesophagus entweder eine einfache Ringcommissur, oder es treten zwei Commissurstränge mit einem Kopfganglion in Verbindung. Viel höher stehen in der Bildung des Bauchmarks die Tardigraden und die Pycnogoniden, welche beide Ordnungen mit vier, den vier Körpersegmenten entsprechenden Bauchganglien versehen sind, bei letzteren dicht hinter einander gelagert, bei den ersteren durch lange Doppelstränge verbunden. Ein kleines Kopfganglion ist nur bei den Pycnogoniden deutlich und zeigt die bekannten Verbindungen mit dem Bauchmarke. Die übrigen Arachniden, mit Ausnahme der Scorpione, zeigen eine wesentliche Uebereinstimmung, indem sie ausser dem sehr entwickelten Kopfganglion (Fig. 52. *s.*) noch ein beträchtlich grosses, im Cephalothorax gelagertes Bauchganglion (Fig. 52. *i.*) aufweisen, welches eine gewisse Gangliensumme repräsentirt. Nach der Anzahl der von ihm entspringenden Nervenstämme zieht sich dies Bauchganglion in radiäre Fortsätze aus, und erlangt hierdurch nicht selten eine sternförmige Gestalt. Vom Hinterrande entspringen zwei stärkere Nerven, die sich ins Abdomen begeben und bei den Solpugiden und Phryniden am meisten entwickelt sind. Das Kopfganglion ist durch beträchtlich kurze Commissuren mit dem Bauchmarke in Verbindung. Von ihm entspringen, dicht neben den Sehnerven, die Nerven der Klauenfühler der Spinnen, so dass deren Bedeutung als metamorphosirte Antennen hierdurch ans Licht gesetzt wird.

Fig. 52.

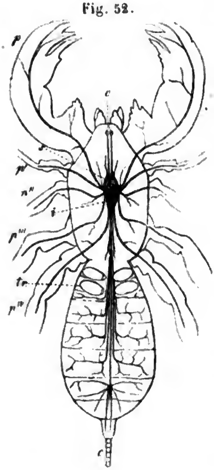


Fig. 52. Nervensystem von *Thelyphonus caudatus*. *s.* Gehirnganglion. *i.* Bauchganglion. *O.* Augen. *p.* Palpen. *p'—pIV.* Füsse. *tr.* Lungen. *c.* Schwanzartiger Körperanhang (nach Blanchard).

Das Nervensystem der eigentlichen Scorpione ist — jenem der langschwänzigen Krebse vergleichbar — durch lange Commissurstränge in einzelne Abschnitte gegliedert. Das wenig entwickelte Kopfganglion sendet zwei Commissuren zur Bauchkette, die aus 8 Ganglien besteht. Das erste davon erscheint analog dem einzigen grossen Ganglion im Cephalothorax der eigentlichen Spinnen, gibt, wie dort, den Fussnerven den Ursprung und muss somit ebenfalls als aus mehreren verschmolzen gedacht werden. Die drei nachfolgenden Ganglien sind noch im Cephalothorax gelagert, und die vier letzten, weit aus einander gerückten, treffen für die Segmente des Schwanzes *).

Bei den Myriapoden tritt eine einfachere Form des Nervensystems auf, die man mit jener der Ringelwürmer vergleichen könnte, wenn nicht unter den Gliederthieren selbst manche einfach gestaltete ausgebildete Thiere, häufiger aber noch die unentwickelten Zustände der Insecten, ein solches Uebergreifen in einen anderen Thiertypus unnöthig machten. Die Bauchkette weist eine oft äusserst vielfältige Wiederholung der Ganglienbildung auf. Die durch doppelte Commissurstränge verbundenen Ganglien sind je nach dem Ausbildungsgrade der Bewegungsorgane mehr oder minder voluminös — am entwickeltsten bei den Scolopendern — und auch da, wo zwei Fusspaare dicht auf einander folgen (z. B. *Polydesmus*), paarweise hinter einander gereiht. Mit einer noch engeren Aufeinanderfolge der Fusspaare combinirt sich jene Bildung des Bauchmarkes, bei der die enggereihten Ganglien sich nur durch Anschwellungen des continuirlichen Bauchmarkes zu erkennen geben (Juliden).

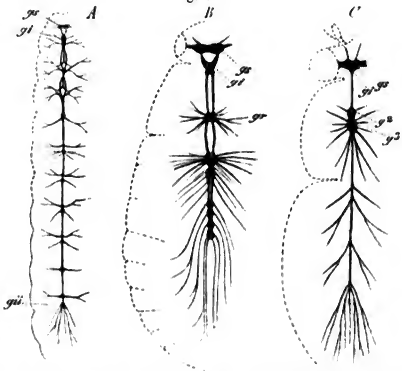
Die Ausbildung des Nervensystems erscheint endlich am vollkommensten in der Classe der Insecten, indem Kopfganglion und Bauchkette immer vorhanden sind und nur selten die letztere gegen das erstere eine überwiegende Ausbildung zeigt. Durch gegenseitige Annäherung oder völlige Vereinigung einzelner Ganglien oder Gangliengruppen entstehen vielfache Modificationen, denen am anderen Ende der Bildungsreihe eine gleichmässige Aufeinanderfolge der Ganglien als der einfache Zustand gegenübersteht. Eine solche, der ursprünglichen homonomen Gliederung des Körpers entsprechende Form erscheint im Anfange des Entwicklungsganges eines jeden Insectes, und alle späteren Bildungen des Nervensystems sind aus dieser hervorgegangen. In diesen Larvenstadien ist die Entfernung der einzelnen Ganglien von einander eine gleichmässige (Fig. 53. *A.*). Der Bauchstrang durchzieht in der Regel die ganze Länge des Thieres, so dass sein letztes Ganglion im letzten Körpersegmente gelagert ist; und erst bei dem Uebergange des Insectes aus dem Larvenzustande in den vollkommenen findet ausser einer häufigen, durch Vereinigung entstandenen Verminderung der Ganglienzahl stets eine relative Verkürzung des Bauchstranges statt. Es kann dies so weit

*) So bei *Sc. occitanus* nach L. Dufour. *Annal des sc. nat. Sér. III. T. XV.*

gehen, dass die Nerven der hinteren Leibessegmente einen viel längeren Verlauf besitzen, als die der vorderen, so dass bei sehr bedeutender Verkürzung des Bauchstranges durch die abgehenden Nerven eine Art *Cauda equina* gebildet wird.

Das Kopfganglion (Fig. 53. *gs.*) besteht fast immer aus zwei, durch eine mittlere Einschnürung getrennten Hälften, von deren äusseren und

Fig. 53.



unteren Partien die Commissuren um den Oesophagus zum Bauchstrange gehen. Es lässt dieses Ganglion die Nerven der Fühler und der Sehwerkzeuge entspringen, und es steht seine Ausbildung wie auch sonst immer in inniger Verbindung mit der Entwicklung dieser Theile, sowie auch die Grössenverhältnisse der Bauchganglien vom Ausbildungsgrade der bezüglichen Leibessegmente oder der damit verbundenen Gliedmaassen (Füsse, Flügel) abhängig sind. Nirgends reflectirt sich der Einfluss der mit der ganzen Lebensökonomie eines Thieres verbundenen Gesammtorganisation in der Bildung der einzelnen Theile deutlicher, als gerade hier bei den Insecten in der Entwicklung des Nervensystems und insbesondere in der Verschmelzung der Bauchkette zu einzelnen grösseren Gangliengruppen bei der Vereinigung oder Verkümmerung einzelner Segmente des Körpers.

Demgemäss treffen wir erstlich die Ganglien des Bauchmarks vorzüglich an jenen Leibesabschnitten entwickelt, von denen die Bewegungsorgane entspringen und in denen die Musculatur der letzteren eingelagert ist. Es sind die Ganglien des Thorax, welche vor den übrigen der Bauch-

Fig. 53. Nervensystem von Insecten *A.* Von einer Schmetterlingslarve (*Cossus*), *B.* eines Käfers (*Dytiscus*), *C.* einer Fliege, nach Blanchard. In allen 3 Figg. *gs.* oberes Schlundganglion (Gehirn), *g'*. *g²*, *g³*. Ganglien der Bauchkette.

kette ein grösseres Volumen voraus haben; sie geben starke Nervenstämme für Beine und Flügel ab. Häufig zeigt auch das letzte Ganglion der Bauchkette eine solche Vergrösserung, was sich aus den zahlreichen Nerven erklärt, die es für die oft sehr complicirte Musculatur des äusseren Geschlechtsapparates und des Afters absendet. Zweitens treffen wir eine Art der Vergrösserung an, die von jener in Folge der Abgabe starker Nervenstämme wohl unterschieden werden muss; sie kommt zu Stande, wenn mehrere Ganglien in ein einziges verschmolzen sind: eine Einrichtung, welche besonders den ausgebildeten Zuständen zukommt, wenn nämlich einzelne Segmente oder ganze Folgen derselben ihre Selbständigkeit und Beweglichkeit verloren haben und somit ihrer Bedeutung als physiologisch gleichwerthige Abschnitte des Körpers entkleidet sind.

Das vorderste Ganglion der Bauchkette, in welches sich die Commissuren des Gehirnes einsetzen, wird von manchen Autoren als unteres Schlundganglion bezeichnet und dem kleinen Gehirne der Wirbelthiere verglichen. Aus seinem gleichen Verhalten und der häufigen Verschmelzung dieses Ganglions mit den nächstfolgenden der Bauchkette, wie dies unter den Arthropoden so vielfach zu beobachten ist, lässt sich jedoch seine morphologische Gleichbedeutung mit den übrigen der Kette erschliessen, zudem da die Anatomie durchaus keine Anhaltspuncte zu der vorhin erwähnten Annahme darbietet.

Die Verschiedenheiten, welche die einzelnen Insectenordnungen unter sich bezüglich der Anordnung der Ganglien in der Bauchkette darbieten, sind ausserordentlich mannichfaltig, und es lässt sich davon durchaus keine übersichtliche Darstellung geben, welche den zoologischen Systemen vollkommen entspräche. Die grösste Concentrirung der Bauchkette ist bei den Strepsipteren anzutreffen; ein einziger grosser Nervenknoten stellt das Bauchmark vor. Unter den flügellosen Insecten sind es die Poduriden, die drei getrennte Ganglien aufweisen. An diese schliessen sich dann die Hemipteren, bei denen auf das erste, mit dem Kopfganglion verbundene noch zwei näher oder entfernter von einander gelagert im Thorax zu treffen sind. Am innigsten wird die Verbindung dieser drei Ganglien bei den Pediculiden. Auch bei den Dipteren zeigt sich die Vereinigung in einer Abtheilung derselben (so bei den Hippobosciden und Oestriden), die nur ein einziges Brustganglion besitzen, an welches sich bei den Tabaniden noch eine Reihe von Abdominalganglien anschliesst. Zahlreiche Ganglien zeigen die Mücken. Ausser dem ersten, noch im Kopfe liegenden, sind nämlich 3 in der Brust und 5—6 im Abdomen gelagert. Schmetterlinge und Hautflügler kommen miteinander nicht nur durch 8 Ganglien des Bauchstranges überein (wovon 1 im Kopf, 2 im Thorax und 5 im Abdomen*)

*) Ausnahmen hiervon machen manche Hymenopteren, z. B. die Schlupfwespen, bei denen der Abdominaltheil des Bauchstranges 6 Ganglien, der ganze Bauchstrang somit deren 9 enthält.

sich finden), sondern es sind auch die Larven dieser Insecten stets mit 12 Ganglien versehen. Geradflügler und Netzflügler besitzen gleichfalls eine grössere Ganglienzahl (10—11), wovon 3 auf den Thorax kommen. Unter den Flügellosen sind es die Lepismiden, die sich in der Zahl ihrer Ganglien hieran anschliessen. Das getrennte Vorkommen von 3 Brustganglien ist auch in der Ordnung der Coleopteren die Regel, und nur in der Zahl der Abdominalganglien treten Verschiedenheiten auf, indem deren 5, 7 oder 8 vorkommen können*).

Das Eingeweidenervensystem der Arthropoden ist in bestimmter Weise für die Crustaceen nur in deren höheren Abtheilungen nachweisbar gewesen. Es ist bei *Limulus* als ein einfaches, vom Kopfganglion abgehendes Nervenstämmchen, welches auf dem Herzen ein Ganglion bildet, erkannt worden: eine Form, die dem unpaarigen sympathischen Systeme entspricht. Unter den Phyllopoden ist die Anlage ursprünglich paarig: denn von den Commissuren des Schlundringes entspringen 2 Nervenäste, die sich auf dem Rücken vereinigen und sowohl vor- als rückwärts an den Darmcanal Zweige senden. An diese Form schliesst sich zunächst jene der Isopoden, die gleichfalls nur das paarige System nachweisen, welches aus zwei vom Kopfganglion entspringenden feinen Nervenästchen besteht, die sich auf dem Darmcanale in ein Ganglion vereinigen. Hiermit nur theilweise übereinstimmend, weil vollständiger, ist das sympathische Nervensystem der Decapoden und einer Abtheilung der Stomapoden (Squillinen) organisirt; denn es gehen hier gleichfalls von den Commissuren Nerven auf den Darmcanal ab, treten aber hier mit einem unpaarigen, vom Kopfganglion hervorgehenden Stämmchen, welches in seinem Verlaufe noch in mehrere Ganglien anschwillt, in Verbindung. Sowohl Magen als Leber werden von hier aus mit Nerven versorgt. Es ist also in dieser Form eine Vereinigung des paarigen und unpaarigen Nervensystems zu Stande gekommen.

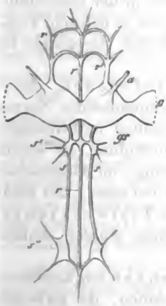
Soweit das Eingeweidenervensystem der Arachniden bei den höheren Formen derselben bekannt ist, zeigt es nur den paarigen Theil entwickelt. Es bilden hier (besonders bei den Scorpionen) die Nervenfäden ein Geflechte, welches auf dem Verdauungsorgan ein Ganglion einschliesst. Ausser diesen Nerven treten aber noch besondere Stämmchen von den Bauchganglien, namentlich von deren hinterem Ende, mit mehrfachen Verzweigungen zu den Eingeweiden heran und sind zuweilen (bei den Phalangien) noch mit eigenen Ganglien ausgestattet.

Beide Formen dieses Apparates treffen wir bei den Myriapoden, wie bei den Insecten, in ausgezeichneter Weise. Wir haben erstlich das paarige System, welches aus zwei vom Kopfganglion abwärts zur

*) 5 sind z. B. bei Cerambyciden, 7 bei Carabiden, 8 bei Elateriden vorhanden. Eine grössere Vereinigung der Bauchganglien zeigen die meisten Lamellicornier und Curculioniden.

Seite des Oesophagus verlaufenden Stämmchen besteht, durch die jederseits eine einfache Kette von Ganglien (Fig. 54. *s'*. *s''*.) gebildet wird. Die Zahl dieser Ganglien wechselt und es ist wegen ihrer plexusartigen Verbindung mit dem unpaarigen Systeme oft schwer zu entscheiden, welche dieser Ganglien dem einen oder dem andern Systeme angehören. Das unpaarige System (Fig. 54. *r*. *r'*.) hat seinen Ursprung in einem vor dem Kopfganglion (Gehirn) liegenden Ganglion, welches mit letzterem in ein- oder mehrfacher Verbindung steht. Von erwähntem Ganglion aus verläuft ein stärkerer Nerv (*r*) nach rückwärts über den Oesophagus bis zum Magen herab und bildet mit den Zweigen des paarigen Abschnittes ein Geflechte, aus dem die benachbarten Theile, vorzüglich jene des Verdauungsapparates, versorgt werden. In manchen Insecten bildet jener Nerv (*N. recurrens*) bald ein einziges Ganglion (bei Käfern und Orthopteren), bald deren mehrere (bei Schmetterlingen).

Fig. 54.



Es steht mit diesen Geflechten noch ein anderes System von Nervenstämmchen in Verbindung, welches vorzüglich für die grösseren Tracheenäste und die Musculatur der Stigmen bestimmt ist. Diese Einrichtung *) kommt durch ein auf der Oberfläche der Bauchkette verlaufendes Nervenfädchen, welches sich vor jedem Ganglion gabelförmig in zwei Aeste spaltet (*Nervi transversi accessorii*) **), zu Stande. Diese Aeste nehmen von dem oberen Strange der Bauchkette Nervenzweige auf und verlaufen theilweise nach aussen zu den Tracheenstämmen, theilweise nach hinten, wo sie dann in der Mitte zusammentreffen, um dann am nächsten Ganglion wieder in gleicher Weise sich zu verhalten. Wenn so dieses System eine stets sich erneuernde Verbindung mit dem Bauchstrange eingeht und von Stelle zu Stelle immer frische Elemente aus ihm aufnimmt, so ist es doch wesentlich dem sympathischen Systeme angehörig, wie aus Ursprung und Endausbreitung hervorgeht ***).

Fig. 54. Oberes Schlundganglion, nebst Eingeweidenervensystem eines Schmetterlings (*Bombyx Mori*, nach Brandt). *g. s.* Oberes Schlundganglion (Gehirn). *a.* Fühlernerve. *o.* Sehnerve. *r.* Unpaarer Stamm des Eingeweidenervensystems. *r'*. Dessen Wurzeln aus dem oberen Schlundganglion. *s.* Paariger Nerv mit seinen Ganglienanschwellungen *s'*. *s''*.

---

*) Nach den Untersuchungen Newports an *Sphinx ligustri*. — In Fig. 53. *A.* ist dies Verhalten angedeutet.

**) Bei *Carabus* und *Gryllotalpa* bildet das Medianfädchen jedesmal ein Ganglion zum Ursprunge der *Nervi transversi*.

***) Bezüglich der feineren Structurverhältnisse des Nervensystems der Arthropoden kann hier nur erwähnt werden, dass hier sowohl der Ursprung der pe-

b) Von den Sinnesorganen.

Es sind bei den Arthropoden die Organe zur Wahrnehmung äusserer Erscheinungen zwar noch nicht in dem Formenreichthume entfaltet, den wir bei höheren Thieren antreffen, und selbst die Zahl der Sinnesorgane ist eine beschränkte. Indessen sehen wir in manchen hier zum Vorscheine kommenden Einrichtungen nicht blos niedere Stufen, die erst später sich höher entwickeln, sondern wir finden in der eigenthümlichen Anordnung und Zusammensetzung mancher hier in Betracht kommender Organe einen besonderen Typus sich entwickelnd, der gerade für die Arthropoden characteristisch wird.

Die panzerartige Körperdecke der meisten Arthropoden, die in ihrer eigenthümlichen Structur ein Heraustreten empfindender Nerven an die Oberfläche des Körpers unmöglich macht, bedingt nothwendiger Weise besondere Organe zur Vermittelung der Tastempfindung, als welche wohl die meisten vom Körper sich erhebenden Anhänge im Allgemeinen zu functioniren im Stande sind. Es bestehen aber bei allen, mit alleiniger Ausnahme der Räderthiere*), noch besondere Tastwerkzeuge, die als gegliederte, vom Kopfe entspringende Anhänge (Fühler, Antennen) sich darstellen.

In dem ausschliesslichen Vorkommen der Antennen am Kopftheile des Thieres ist zugleich einer jener Factoren zu erkennen, die zwischen Arthropoden und den höheren Ringelwürmern die Grenze ziehen. Die grössere Beschränkung der Fühler in ihrer Anzahl und ihre Verbindung mit ganz bestimmten Segmenten des Körpers gibt zugleich die höhere Rangstufe der Arthropoden vor den Ringelwürmern zu erkennen. Es ist von vorne herein zu bemerken, dass die Antennen der Gliederthiere in vielen Fällen vielmehr morphologische Bestandtheile des allge-

---

ripherischen Nerven von Ganglienzellen, als auch eine Scheidung der Nerven in Primitivfasern vielfach beobachtet ist (höhere Crustaceen, Insecten). Auch Theilungen der Primitivfasern kommen vor, doch entbehren die Fasern in allen Fällen der Markumhüllung, und sind morphologisch nur den blassrandigen sympathischen Fasern der Wirbelthiere vergleichbar.

*) Bei den Räderthieren mögen gewisse Theile des Wimpern tragenden Kopfes Tastempfindungen vermitteln, es sind dies lange, borstenartige Gebilde, welche über die beweglichen Cilien hervorragen. Auch ist es nicht unwahrscheinlich, dass da, wo das Wimperorgan eine grössere Ausdehnung besitzt, es in dieser Art functionirt, also in jenen Fällen, wo es lappenartig gestaltet oder sogar in lange tentakelartige Fortsätze ausgezogen ist, ohne dass diese Theile jedoch, wie bereits früher erwähnt, ausschliesslich als Tastorgane zu erklären wären. —

Die mit Cilien umsäumten Stellen des Vorderkörpers vieler niederen Thiere stehen mit der Entwicklung von Tastwerkzeugen in innigem Zusammenhange. Wir sehen bei den Würmern vor dem Wimperkranze die Kopffühler auftreten und es erscheinen auch die Fühler der Gasteropoden stets auf der Fläche des bewimperten Velums (Kopfsegel), so dass, wenn wir die Homologa der Fühler jener Thiere bei den Rotatorien auffinden wollen, wir sie am Wimperkranze suchen müssen.

meinen Typus sind, als dass sie ausschliesslich in der benannten Richtung functioniren. Hinsichtlich ihrer physiologischen Bedeutung zeigen sie merkwürdige Modificationen innerhalb eines ebenso grossen Breitegrades, als dies an den von dem Bauchtheile der Gliederthiere entspringenden Anhängen sichtbar wird. Man darf deshalb mit dem Ausdrucke »Fühler« oder »Antenne« nicht immer den Begriff des Tastorganes verbunden sich denken, und die Antennen vieler Crustenthiere und Insecten sind zu Nichts weniger als zum Tasten geeignet, ja die den Antennen analogen Theile der Spinnen sind geradezu in Mundorgane metamorphosirt. Mannichfaltige andere Theile erscheinen jedoch gleichfalls zum Tasten befähigt und unterstützen entweder die Antennen oder versehen, wenn diese umgebildet, ausschliesslich deren Function.

Bei den Crustaceen sind meist zwei Paare gegliederter Fühler vorhanden, die entweder cylindrisch gegen die Spitze sich verjüngende Gebilde vorstellen, oder verästelt sind, und dann häufig sogar als Locomotionsorgane dienen, indess sie bei andern plattenförmig u. s. w. gestaltet sind*). Selten sind noch gegliederte Anhänge als Tastwerkzeuge mit den Mundorganen in Verbindung, was auch bei den Arachniden und den Insecten der Fall ist. Sie werden hier als »Kiefer-Taster« oder »Palpen« bezeichnet.

Bei den Spinnen sind, wie schon oben erwähnt, die eigentlichen Antennen nicht mehr mit der Tastfunction betraut. Es sind Greiforgane geworden, die in enger Beziehung zur Aufnahme der Nahrung stehen und bei den ächten Spinnen klauenartig gestaltet sind und an ihrer Spitze die Mündung einer Giftdrüse tragen, indess ihr Ende bei den Weberspinnen und Scorpionen mit einer Scheere versehen ist**). Die Tastempfindung wird bei diesen Thieren vorzüglich durch die Enden der Füsse vermittelt, die meist sämmtlich durch ihre beträchtliche Länge ausgezeichnet sind. Bei den Geisselscorpionen ist das erste Fusspaar wirklich antennenartig gestaltet.

Die Myriapoden und Insecten besitzen nur ein Antennenpaar, welches bei den letztern in unendlich mannichfaltiger Weise gebildet erscheint. Wenn diese Antennen in vielen Fällen zur Aufnahme bestimm-

*) Ganz eigenthümlich organisirte Tastwerkzeuge besitzen die Branchiopoden. Das Ende der Antennen von *Branchipus* ist nach Leydig mit einem Bündel hervorragender Stäbchen versehen, welche sich innen mit ganglienzellenförmigen Nervenenden in Verbindung setzen. Die gleiche Einrichtung habe ich bei Daphniden gesehen. — Da die bei manchen im Wasser lebenden Insectenlarven vorkommenden Borsten, wie Leydig bei der Larve von *Corethra plumicornis* beobachtete, gleichfalls mit Nervenendigungen ausgestattet sind, so können auch diese Gebilde den Tastapparaten beigezählt werden.

**) Dass die sogenannten Mandibeln oder Klauenfühler u. s. w. der Spinnen morphologisch den Antennen der Crustenthiere, Myriapoden und Insecten entsprechen, geht aus dem Umstande hervor, dass sie ihre Nerven vom Kopfganglion beziehen, von welchen auch in den andern Classen die Fühlernerven, niemals aber solche für Fresswerkzeuge und Füsse hervorgehen.

ter Tasteindrücke nicht sonderlich geeignet scheinen, so ist es doch nichts weniger als unmotivirt, sie zur Wahrnehmung gewisser Zustände des umgebenden Mediums, der Luft, dienend anzusehen und in ihnen die Organe zu erblicken, welche die Empfindung der Feuchtigkeits- und Wärmeverhältnisse der Atmosphäre, vielleicht auch Zustände, welche Geruchsempfindungen nahe kommen, dem Thiere vermitteln*).

Geruchsorgane sind nur bei einigen Crustenthieren und auch da nicht mit völliger Sicherheit zu erkennen, während sie bei den übrigen Arthropoden, namentlich den mit ausgezeichnetem Geruchssinne ausgestatteten Insecten, bis jetzt noch nicht nachgewiesen werden konnten. Mit grosser Wahrscheinlichkeit sind in den meisten Fällen bei den Insecten die Antennen als Riechwerkzeuge zu betrachten (s. darüber die vorhergehende Bemerkung).

Was die Geruchsorgane der Krebse angeht, so dürfte ein conisch gestalteter am Basalgliede des äusseren Fühlerpaares befindlicher Vorsprung in dieser Richtung zu deuten sein. Das freie Ende dieses Vorsprungs zeigt sich entweder durch eine dünne Membran verschlossen, oder ist mit einer spaltartigen Oeffnung versehen, die in das Innere hineinführt, wo sich zugleich die Ausmündung eines im Cephalothorax gelegenen Drüsenorganes (der sogenannten grünen Drüse) vorfindet**).

Gehörorgane der Arthropoden sind nur in höchst beschränkter Weise bekannt geworden, indem man bei den Myriapoden und Arachniden jede Spur davon vermisste, bei Crustenthieren und Insecten dagegen nur in wenigen Abtheilungen solche Organe nachweisen konnte, die zur Schallempfindung geeignet erscheinen***).

Es sind vorzüglich zwei Organformen, welche sich bezüglich des Mediums, in dem die betreffenden Thiere zu leben bestimmt sind, streng vertheilen. Beide Formen sind jedoch nur als Modificationen eines und

---

*) Es wird diese Ansicht vorzüglich dann klar, wenn man das Verhältniss der Abhängigkeit der gesammten Insectenwelt von den atmosphärischen Einflüssen hinreichend würdigt und hiermit die nicht schwer anzustellenden Beobachtungen über die Art, wie diese Thiere ihre Antennen gebrauchen, wie sie mit ihnen die Luft durchfühlen, in Zusammenhang bringt. Vergl. hierüber Erichson, *De fabrica et usu antennarum Berol.* 1847. Sie werden hier als Geruchsorgane gedeutet.

**) Es ist zu bemerken, dass diese Deutung immer noch als eine ziemlich willkürliche angesehen werden kann, da weder durch Experimente ein Nachweis geliefert ist, noch auch das Organ selbst Homologien mit anderen, als Geruchsorgane bestimmt functionirenden Einrichtungen aufweist. — Man hat früher eine ähnliche Bildung am inneren Fühlerpaare, die sich jetzt mit grösster Wahrscheinlichkeit als ein Gehörorgan herausgestellt hat, als Riechwerkzeug gedeutet.

***) Es ist bei den Räderthieren in gewissen Gattungen (*Notommata*) ein dem Nackenganglion aufsitzendes Bläschen von Ehrenberg nachgewiesen worden, welches mit feinen Kalkconcretionen gefüllt ist und immer zu dem Pigmentflecke in inniger Beziehung steht. Es ist nicht bestimmt anzugeben, welche Bedeutung diesem »Kalkbeutel« zukommt; doch leitet uns seine analoge Bildung mit gewissen Formen des Gehörorganes niederer Thiere wenigstens dahin, seiner hier zu gedenken.

desselben Planes anzusehen. Die eine davon finden wir bei gewissen niederen Formen des Decapodentypus. Sie stellt ein Bläschen vor, einen Otolithen umschliessend, wie es fast bei allen niederen Thieren (Coelenteraten, Würmern und Mollusken) übereinstimmend gefunden wird. Dies Bläschen liegt in der Regel im Basalgliede der inneren Antennen. So treffen wir es bei *Leucifer* und *Sergestes*. Bei anderen höheren Typen der Crustaceen erleidet diese Einrichtung insofern eine Modification, als das Bläschen, obwohl noch einen Gehörstein bergend, nicht mehr völlig geschlossen ist, sondern mit einer an den Rändern entweder mit Klappen oder Borstenreihen versehenen Spalte nach aussen sich öffnet*) (*Palaemon*). Ebenso ist das Organ auch bei vielen anderen Decapoden (*Astacus*, *Palinurus*, *Portunus*, *Lithodes*, *Galathea* u. s. w.) gebildet; doch zeigt sich der Otolith hier in einer Anzahl haufenförmig gruppirter kleiner Stücke zerfallen. Der zur Wand des Gehörbläschens gehende Nerv ist ein Zweig des inneren Antennennerven.

Das Vorkommen der Gehörbläschen scheint nicht immer auf die angegebene Stelle beschränkt, wenn die von Frey bei *Mysis* und von Kröyer bei Thysanopoden an der Basis des zweiten und siebenten Brustfusses beschriebenen Organe wirklich hierher gehören. Es sind diese Theile bezüglich ihrer uns abnorm scheinenden Lage um so mehr zu beachten, als auch bei den Insecten die Gehörorgane an Orten vorkommen, die sonst nicht der Sitz höherer Sinnesorgane zu sein pflegen.

Wenn auch anzunehmen ist, dass die meisten Insecten des Gehörsinnes nicht entbehren, so hat sich doch nur bei einer kleinen Abtheilung aus der Ordnung der Orthopteren ein Organ zur Aufnahme von Schalleindrücken nachweisen lassen. Die allgemeine Einrichtung dieses Organes besteht in einer Membran, welche trommelfellartig über einen festen Chitinring sich ausspannt und die eine Fläche nach aussen, die andere nach innen gegen die Leibeshöhle richtet. Auf letzterer Fläche breitet sich das Ende eines Nerven aus und häufig erscheint auch noch, wohl zur Verstärkung der Schallempfindung, eine Tracheenblase angelagert. Man hat die erwähnte Membran mit einem Tympanum, die äussere Umgebung dieses Trommelfelles mit einem äusseren Ohre verglichen und diese Vergleichung mit Einrichtungen, die sonst nur höheren Thieren zukommen, ward noch dadurch vervollständigt, dass man das angeschwollene Nervenende für ein dem Labyrinthe einer höheren

---

*) Es ist diese mit einer Spalte nach aussen führende Form des Gehörorganes, wie schon erwähnt, vielfach als Geruchswerkzeug gedeutet worden. Die Vergleichung dieses Organes mit den völlig geschlossenen, bläschenförmigen, vom gleichen Nerven versorgten, muss aber nothwendig zu obiger Auffassung führen, sowie auch der Umstand von nicht minderer Wichtigkeit ist, dass wir von hier aus den natürlichen Uebergang zu der Form der Hörwerkzeuge der Insecten finden. —

Ueber die Gehörorgane der Krebse vergl. Leydig, Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. III. 1851. p. 287. Leuckart Archiv für Naturgesch. 1853, ferner Kröyer in den Schriften d. Königl. Dänischen Gesellschaft d. Wissenschaften. Fünfte Reihe: naturwiss. und mathemat. Cl. IV. Bd. 1856.

Ohrbildung analoges Bläschen nahm. Hiervon besteht jedoch nichts als einige äussere Aehnlichkeit, und da wir nunmehr wissen, dass die Endausbreitung der bezüglichen Nerven auf jener Membran selbst erfolgt, so können wir dieselbe auch nur solchen Theilen gleichsetzen, welche die Endigungen des specifischen Nerven tragen.

Durch die schon bei Crustaceen betrachteten Verhältnisse finden wir auch den Uebergang zu den geschlossenen Bildungen des Gehörorganes und erkennen demnach das bläschenförmige Organ der niederen Decapoden, das durch eine Spalte mit der Aussenwelt communicirende Gehörsäckchen der höheren Decapoden und endlich die flächenartig ausgebreitete Hörmembran der Insecten als die Ausdruckform einer und derselben, nur verschiedenen Modificationen unterworfenen morphologischen Grundidee. Die Bildung bei den Insecten stellt zugleich das Ende einer vom einfacheren Plane abgezweigten Entwicklungsform vor, die von hier an keine weitere Flexion mehr zeigt, während von der einfacheren Grundform aus sich noch durch die Mollusken hindurch und vorzüglich bei den Wirbelthieren eine reiche Formenreihe in höherer continuirlicher Entwicklung entfaltet.

Bezüglich der Lage dieses Organes bei den Insecten ist anzuführen, dass es in den Acrididen im Metathorax dicht über der Basis des dritten Fusspaares liegt, wobei der Nerv vom dritten Brustganglion seinen Ursprung nimmt. Die Locustiden und Achetiden besitzen das Gehörorgan in den Schienen der beiden Vorderfüsse verborgen. Die Hörmembran liegt hier bald mehr der Oberfläche genähert im Grunde einer seichten Vertiefung, bald in eine besondere Höhle gebettet. Es complicirt sich der Bau des Organes noch dadurch, dass auch der grosse Tracheenstamm des betreffenden Fusses durch Bildung einer beträchtlichen Erweiterung an dem Organe Theil zu nehmen scheint, sowie auch die Enden des Nerven eine Strecke weit sich an ihn lagern*).

Die Sehorgane fehlen nur den niedrigsten Formen jeglicher Abtheilung und sind bei den übrigen stets am Kopftheile angebracht, nach einem übereinstimmenden Baue gebildet, wenn auch durch zuweilen vielfältige Wiederholung der einzelnen Bestandtheile, durch vorwiegende Ausbildung des einen oder des andern, sowie durch niedere Entwicklung eine scheinbar bedeutende Verschiedenheit in der Form zu Tage tritt. Wir unterscheiden am Arthropodenauge im Allgemeinen erstlich

*) Das Gehörorgan der Insecten ward von Joh. Müller bei *Gryllus hieroglyph.* entdeckt (Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes. 1826). Spätere genaue Untersuchungen über dieses Organ verdankt man v. Siebold (Archiv f. Naturgeschichte. 1844). Neuerdings ward es vorzüglich in histiologischer Beziehung von Leydig durchforscht (Müller's Archiv. 1855. Lehrbuch der Histologie. 1857). Aus des Letzteren Untersuchungen ist vor Allem dies hervorzuheben, dass der Gehörnerv mit stabchenförmigen Bildungen endet, wodurch also eine merkwürdige Uebereinstimmung mit den Endigungsweisen anderer Sinnesnerven sich ergibt.

den percipirenden Apparat, zweitens die meist pigmenthaltige Umhüllung desselben, und endlich die äussere Bedeckung, welche in der Regel zugleich den lichtbrechenden Apparat herstellt.

Der percipirende Apparat besteht immer aus stäbchenartigen Gebilden, die in Form einer Keule, eines umgekehrten Kegels oder eines mehrseitigen Prisma's sich darstellen (Fig. 55. *C. r.*) und die mehrmals in die Fasern des Sehnerven zurückverfolgt werden konnten, wodurch sie sich als die Enden des Opticus, gleich ähnlichen Bildungen der Wirbelthier-Netzhaut, herausstellten. Es sind dies die sogenannten Krystallstäbchen des Arthropodenauges, die immer eine ansehnliche, im Vergleiche mit den analogen Bildungen anderer Thiere colossale Grösse besitzen. Ihre Beschaffenheit ist an den einzelnen Abschnitten verschieden, und während sie am vorderen freien, der Aussenwelt zugewendeten Ende so stark lichtbrechend erscheinen, dass man sie lange Zeit für die eigentlich lichtbrechenden Medien des Auges, Sammellinsen vergleichbare Gebilde, gehalten hat, so nehmen sie gegen ihr inneres centrales Ende allmählich die Eigenschaften der Nervenfaser an. Eine körnige Pigmentschichte bildet fast immer die äussere Hülle, welche scheidenförmig die Stäbchen umfasst und nur das vordere, in der Regel gewölbte Ende frei lässt.

Ein besonderes lichtbrechendes Organ, morphologisch der Linse höherer Thiere vergleichbar, fehlt stets, wird aber durch andere Einrichtungen vertreten. Das chitinisirte Integument des Körpers geht nämlich in allen Fällen über das Auge hinweg, ist aber hier pigmentfrei und daher hell und durchscheinend geworden, so dass es hier die Stelle einer Cornea vertritt. In vielen Fällen zeigt diese Schichte eine beträchtliche, convex nach innen vorspringende Verdickung, wodurch sie dann zum lichtbrechenden Organe wird, und dies in noch höherem Grade in jenen Fällen, wo sie noch nach aussen sich hervorwölbt und dadurch einer Linse noch ähnlicher gestaltet erscheint. So sehr diese Bildung eines lichtbrechenden und durch seine Lage das Auge zugleich deckenden, sowie durch seine Festigkeit schützenden Organes von der Linse höherer Thiere (*Vertebrata*) auch abzuweichen scheint, so besteht doch ein genetischer Zusammenhang zwischen beiderlei Organen; denn auch die Linse des Wirbelthierauges macht ursprünglich einen Theil des Integumentes aus, indem sie bekanntlich aus einer Einsenkung des Epithelialüberzugs sich hervorbildet.

Als Accomodationsapparat sind sowohl bei Crustenthieren als Insecten beobachtete Muskelfasern zu deuten, welche längs der Krystallstäbchen verlaufend ohne Zweifel letztere der lichtbrechenden Cornea zu nähern im Stande sind.

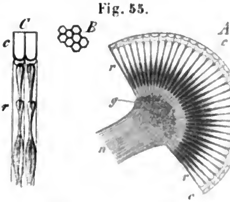
Durch die verschiedenen Beziehungen der eben geschilderten Bestandtheile des Auges zu einander, sowie durch ihre verschiedene Ausbildung entstehen die mannichfachen Augenbildungen der Arthropoden, die sich wesentlich in folgenden Formen darstellen:

1) **Einfaches Auge ohne lichtbrechende Cornea.** Jedes Auge wird nur von einem einfachen Krystallstäbchen gebildet, welches in eine Pigmentmasse eingesenkt ist und immer in einiger Entfernung von dem Integumente liegt, welches dann an der Augenbildung keinen directen Antheil nimmt (Augen der niederen Crustaceen) *).

2) **Zusammengesetztes Auge ohne lichtbrechende Cornea.** Es gehen mehrere Stäbchen in die Bildung eines Auges ein, ohne dass eine besondere Cornea vorhanden ist, indem die Körperintegumente glatt über das Auge hinwegziehen und keinerlei Verbindungen mit letzterem besitzen (Augen niederer Crustaceen). Von der vorigen Form zu dieser wird durch die Verbindung zweier einfacher Augen zu einem einzigen, demnach mit zwei Nervenelementen versehenen Sehorgane ein Uebergang angebahnt.

3) **Einfaches Auge mit Cornea.** Das Auge wird von einem einzigen Krystallstäbchen dargestellt, vor welchem ein entsprechender Abschnitt der Chitinhülle sich linsenartig gebildet zeigt (einige Crustaceen) **).

Fig. 55.



4) **Zusammengesetztes Auge mit einfacher Cornea.** Es bestehen mehrfache Nervenelemente zu einem Sehorgane vereinigt, welches von einer linsenförmig gewölbten Cornea überzogen wird (Auge der Arachniden, sogenanntes einfaches Auge der Insecten).

5) **Zusammengesetztes Auge mit mehrfacher Cornea.** Meist zahlreiche und divergirend nach aussen gerichtete Nervenelemente (Krystallstäbchen, Fig. 55. *A. r.*, *C. r.*), besitzen vor sich eine entprechende Zahl facettenartig gebildeter Theile (*A. c.*, *B.*, *C. c.*) der Chitinhülle, welche bald mehr, bald weniger convex sich nach innen erheben, und somit für jedes Krystallstäbchen zugleich den lichtbrechenden Kör-

Fig. 55. *A.* Schematischer Durchschnitt durch ein Athropoden-Auge. *n.* Opticus. *g.* Ganglienanschwellung desselben. *r.* Krystallstäbchen, aus dem Ganglion hervortretend *c.* Facettirte Cornea durch das äussere Integument gebildet. Jede Facette erscheint durch Convexität nach innen zugleich als lichtbrechendes Organ (Linse). *B.* Einige Hornhautfacetten von der Fläche. *C.* Krystallstäbchen aus dem Auge von *Procustes coriaceus* (nach Leydig). *r.* Stäbchen. *c.* Cornea

*) Es sind dies beinahe solche Formen, die auch bei Würmern (Turbellarien, Hirudineen und andere) getroffen wurden, und die hier wie dort meist in der Nähe des Gehirnes sich finden. Doch lagern sie bei den Würmern mehr oberflächlich, so dass das Integument sie einer Cornea vergleichbar überzieht.

**) Nur durch die Umbildung des Integumentes zu einem lichtbrechenden Organe ist diese Augenform von der sub 1 angeführten verschieden. Zwischen beide reihen sich die in der vorhergehenden Anmerkung erwähnten Augen von Würmern ein.

per abgeben (sogenanntes facettirtes Auge der Crustenthiere und Insecten).

Fernere Modificationen werden hervorgerufen durch den Antheil, den die Cornea an jedem einzelnen Auge nimmt. Bei manchen Crustaceen ist die Facettirung der Cornea nur an der Innenfläche deutlich, während die Aussenfläche glatt erscheint.

Bei diesen zusammengesetzten Augen muss jedes einzelne Krystallstäbchen einem einfachen Auge (sub Nr. 3) analog angesehen werden, und in gleicher Weise verhalten sich auch die Theile des sub 2 beschriebenen Auges zu dem gänzlich einfachen Auge sub 1. Die zusammengesetzten Augen erscheinen als Aggregate der einfachen. Die Zahl der zur Bildung eines zusammengesetzten Auges concurrirenden Krystallstäbchen ist äusserst verschieden, von zweien an bis zu mehreren Tausenden variirend. Bemerkenswerth ist noch, dass bei allen zusammengesetzten Augen der Sehnerv vor seinem Eintritte ins Auge ein Ganglion bildet (Fig. 55. *g.*), welches mit dem hinteren Ende der Stäbchen so enge verbunden ist, dass diese wie in das Ganglion eingesenkt sich ausnehmen.

Die oben berührte Vergleichung der Krystallstäbchen des Arthropodenauges mit den Retinastäbchen der Wirbelthiere (und Cephalopoden) führt uns zu einer Vergleichung des gesammten Apparates in den beiderseitigen grossen Thierabtheilungen. Bei der allgemeinen Uebereinstimmung der percipirenden Elemente (Stäbchen) ergibt sich eine wesentliche und zwar doppelte Verschiedendeit in der Anordnung derselben. Während die Retinastäbchen der Wirbelthiere auf einer concaven Fläche angeordnet sind, mit ihrer Längsaxe nach aussen zu convergirend, so findet bei dem zusammengesetzten Arthropodenauge eine Divergenz der empfindenden Elemente statt. Die empfindende Fläche ist somit bei gleicher Länge der Stäbchen eine nach aussen gewölbte. Zweitens sind die empfindenden Elemente mit ihren freien Enden im Arthropodenauge nach aussen, im Wirbelthierauge nach innen gerichtet. Die Verschiedenheit dieser Einrichtungen lässt sich durch die besondere Entwicklung der lichtbrechenden Medien im Wirbelthierauge theilweise erklären *).

Die Vertheilung dieser im Allgemeinen betrachteten Formen des

*) Es ist zwar die Bedeutung der Krystallstäbchen als ausschliesslich empfindender Theile noch keineswegs festgestellt, so dass auch die ältere Annahme, nach der ihr vorderster, durch sein Lichtbrechungsvermögen ausgezeichneter Abschnitt ein lichtbrechendes, einer Linse vergleichbares Organ vorstellen soll, noch keineswegs von der Hand gewiesen werden kann, allein der Umstand, dass die Stäbchen continuirlich, ohne dass in ihrem Verlaufe eine deutliche Trennung sichtbar wäre, in das Sehganglion sich fortsetzen, widerspricht der Vereinigung der lichtbrechenden und zugleich empfindenden Function. Wir können sie darauf hin den sich morphologisch gleich verhaltenden Retinastäbchen an die Seite setzen, bis die Bedeutung der einen oder der anderen vom physiologischen Gesichtspuncte aus einmal festgestellt sein wird.

Sehorganes in den einzelnen Arthropodenclassen stellt sich folgender Weise heraus:

Unter den Räderthieren fehlen wirkliche Sehorgane. Es bestehen nur Andeutungen durch rothe, dem Nackenganglion aufgelagerte Pigmentflecke (*Notommata, Diglena* u. a.).

Bei den Crustaceen sind die parasitischen Formen der einzelnen Abtheilungen, so z. B. die Lernaeen, die Penellen, die weiblichen Bopyren, in ihrem entwickelten Zustande augenlos, während die Jungen derselben mit Pigmentflecken oder auch mit wirklichen, allerdings einfach gebauten Augen ausgestattet sind. Bei den übrigen finden die einfachsten Bildungen des Sehorganes die grösste Verbreitung. Es sind theils jene, welche wir oben (sub Nr. 1) als einfache Augen ohne Cornea aufgeführt haben, theils sind es die zusammengesetzten Augen ohne besondere Cornea (sub Nr. 2), und das Vorkommen der letzteren ist ausschliesslich auf die Crustenthiere beschränkt. Zu den ersteren gehören viele parasitische Entomostraken, dann die Cirripedien*) (Lepadiden) und die Cyclopiden; zu den letzteren die meisten Branchiopoden und die Amphipoden. Bei jeder dieser Augenformen kommt eine Verschmelzung der beiden Augen zu einem einzigen Organe vor, welches jedoch seine Entstehung aus zweien mehr oder minder deutlich auch noch fernerhin erkennen lässt. Am meisten ist dies bei dem Auge vieler Cyclopen sichtbar, wo die beiden Krystallstäbchen in symmetrischer Lagerung, von gemeinsamer Pigmentmasse umhüllt, dem Kopfganglion aufsitzen. Diese Augenform besitzen auch die jungen parasitischen Entomostraken. Zahlreiche einfache Augen, jederseits am Kopfe zu einer Gruppe angeordnet (*Oculi gregati*) characterisiren die Isopoden. Ein einziges, aus vielen Krystallstäbchen zusammengesetztes Auge ist bei den Daphniden vorhanden**).

Nachdem schon manche Amphipoden und Branchiopoden, sowie auch *Limulus* an ihren zusammengesetzten Augen eine besondere, äusserlich zwar glatte, innerlich aber mit einzelnen Facetten versehene Cornea aufweisen, an der jede Facette je einem Krystallkörper entspricht, so finden wir hierin den Uebergang zu dem Auge der Decapoden und Stomapoden, deren Auge auch äusserlich in facettenartige Felder getheilt erscheint. Die Facetten sind viereckig oder sechseckig. Ersteres z. B. bei *Astacus*, *Palaemon*, *Palinurus* u. s. w., Letzteres bei *Squilla*, *Maja*, *Portunus* u. s. w.

*) Bei den Balaniden ist, wie bei den augenlosen Parasiten, im Larvenzustande ein Auge vorhanden, welches mit dem Eintritte der rückschreitenden Metamorphose zu verschwinden beginnt.

**) Durch einen besonderen Muskelapparat ist das Auge der Daphnien äusserst beweglich und vermag sich in seiner Kapsel umherzudrehen. — Auch die beiden Augen von *Argulus* zeigen eine zitternde Bewegung. Unbeweglich erschien mir das Auge von *Evadne*, dessen Krystallkörper mit ihrem vorderen Ende das eine allgemeine immer mit Facetten versehene Cornea bildende Integument erreichten.

Die Augen dieser Crustenthiere sind ausserdem noch dadurch ausgezeichnet, dass sie von besonderen beweglichen Stielen getragen werden (Fig. 51. *o. o.*), die, von verschiedener Länge, vor den Antennen am ersten Kopfringe eingelenkt sind*).

Die Myriapoden schliessen sich enge an die Isopoden an. Ihre jederseits am Kopfe in eine oder zwei Reihen angeordneten einfachen Augen zeigen sehr wechselnde Zahlenverhältnisse (4—8).

Von den Arachniden ist eine grosse Anzahl nieder entwickelter Formen, wie z. B. viele Milben, völlig augenlos, während die übrigen sehr ausgebildete Sehwerkzeuge aufweisen. Es sind diese Augen nach dem oben sub Nr. 4 angeführten Plane gebildet, und mit einer einfachen, stark nach aussen wie innen gewölbten Cornea versehen, die somit völlig wie eine Linse fungiren kann. Sie zeigen im Innern vielfache, den Krystallstäbchen analoge Elemente, deren vordere kolbige Enden bis dicht an die hintere Wölbung der Cornea stossen, und unterscheiden sich also von den übrigen zusammengesetzten Augen durch ihre einfache Cornealinse. Ausgezeichnet sind die Augen der Araneen durch die entwickelte Pigmentschichte, welche sich theils zwischen den Krystallstäbchen verbreitet, theils sich seitlich bis an die Cornealinse fortsetzt und dort sogar einen irisähnlichen Ring bildet. In diesem sind circuläre Muskelfasern eingebettet, durch welche eine Verengerung des Pigmentringes bewerkstelligt wird. Bei vielen Spinnen zeigt das Auge in seinem Inneren einen lebhaften Metallglanz, was in einer den Augengrund überziehenden Körnerschichte (einem *Tapetum*) seine Ursache findet.

In der Lage und Zahl der Augen zeigen sich vielfache Verschieden-

---

*) Bei sehr vielen Crustenthieren finden sich verschiedene Formen von Augen neben einander vor und zwar neben complicirten noch einfache, welche nicht allein die Tendenz zur Verschmelzung zeigen, sondern auch zuweilen wirklich verschmolzen sind. So besitzt *Limulus* ausser den beiden zusammengesetzten Augen noch zwei einfache, dicht neben einander stehende, auf der Mitte des Kopfschildes. Zieht man hier noch die sicherlich in morphologischer Hinsicht als Augen zu deutenden Gebilde, die bei *Apus*, *Branchipus*, *Artemia* und *Argulus* in der Nähe des Gehirnganglions vorkommen, mit in Betrachtung, so möchte man annehmen, dass einer grösseren Abtheilung von Crustenthieren zweierlei verschiedene Augenformen zukommen, von denen die einen dem Larvenstadium, die anderen dem entwickelten Zustande des Thieres entsprechen. Beide Formen können sich gleichmässig ausbilden, es gehen die Larvenaugen noch in den entwickelten Zustand über (*Limulus*), oder es bildet sich nur eine dieser Formen aus und die andere kommt entweder gar nicht zum Vorscheine oder schwindet wieder, wenn es die Jugendform war. So verkümmert bei *Apus* das Larvenauge, wie auch bei anderen Branchiopoden, indess das vollkommnere Auge zur Entwicklung kommt. In einem andern Falle entwickelt sich das Larvenauge und bleibt im vollendeten Zustande des Thieres bestehen (Cyclopiden), wobei die Bildung des vollkommenen Auges gänzlich unterbleibt. Ich glaube, dass diese Auffassungsweise von beiderlei Augenformen einen Gesichtspunct eröffnet, von welchen aus die scheinbar regellosen Verhältnisse im Vorkommen und in der Vertheilung verschieden gebildeter Sehwerkzeuge sich einigermaassen aufklären lassen. Es gilt das Gesagte auch für ein ähnliches Verhalten bei den Insecten.

heiten. Die beiden Augen der Tardigraden stehen oben auf dem Vordertheile des Körpers, und auch bei den Pycnogoniden sind die vier Augen an dieser Stelle angebracht. Manche Milben besitzen gleichfalls vier, andere nur zwei Augen*). Die Opilioniden sind mit zwei grösseren oder zwei kleineren Augen versehen, von denen die ersteren in der Mitte der Kopfbrust auf einer Erhabenheit angebracht sind. Acht immer symmetrisch am Vordertheile des Cephalothorax angeordnete, verschieden grosse Augen besitzen die eigentlichen Spinnen und die Geisselscorpione. Die Anordnung der Augen wechselt nach den einzelnen Gattungen, die Ausbildung ist am beträchtlichsten bei den Jagdspinnen. Die grösste Augenzahl weisen die Scorpione auf, die stets zwei grosse, nahe bei einander stehende, und jederseits davon eine verschiedene Anzahl (2—5) kleinerer Augen besitzen. Die Lage ist die gleiche mit jener bei den Spinnen.

Die Insecten entbehren im ausgebildeten Zustande nur sehr selten des Sehorganes. Dagegen sind viele Larven, so z. B. jene der Bienen und Wespen, viele der Dipteren und Käfer, augenlos. Die vorkommenden Augenformen sind die oben sub Nr. 4 aufgeführten zusammengesetzten mit einfacher Cornea, sowie die zusammengesetzten mit facettirter Cornea**). Die ersteren sind, wie das Auge der Spinnen, durch die starke Biconvexität der Cornea ausgezeichnet. Sie finden ihre grösste Verbreitung bei den Larven der Schmetterlinge, vielen Neuropteren und Käfern, jenen, deren Larven Füsse besitzen. Sie sind bei diesen jederseits am Kopfe zu 4—8 auf ein Häufchen gruppirt. Die niederen Hemipteren, so z. B. die Schildläuse und Pediculiden, besitzen nur zwei solcher Augen und zwar mit wenig entwickelter Cornea versehen, desgleichen die Larven der Blattwespen und Phryganeen. Eine grosse Anzahl von Insecten besitzt noch 2—3 dieser mit einfacher Cornea versehenen Augen auf der Stirne zwischen den facettirten Augen, wo man sie dann als Nebenaugen (*Ocelli*) bezeichnet. Es sind einzelne Familien oder Gattungen aus fast allen Insectenordnungen mit solchen Nebenaugen versehen. Am verbreitetsten jedoch sind sie bei den Hymenopteren, Orthopteren und Dipteren.

Die facettirten Augen kommen mit den gleichen, schon bei den Crustaceen näher beschriebenen überein. Sie bilden zwei meist stark gewölbte Hervorragungen an der Seite des Kopfes und sind an Form und Grösse, sowie in der Zahl der Facetten so sehr wechselnd, dass sie bei den

*) Gestielt sind dieselben bei *Trombidium*

**) Man bezeichnet gewöhnlich die ersteren als einfache Augen der Insecten. Allein aus den früher schon auseinandergesetzten Organisationsverhältnissen des Sehorganes der Arthropoden war zu ersehen, dass noch viel einfachere Formen, nämlich Augen mit einem einzigen Krystallstäbchen, vorkommen. Wenn wir nun einen grösseren Maassstab der Vergleichung anlegen, so müssen wir auch die sogenannt einfachen Augen der Insecten, bei denen sich immer zahlreiche Nervenelemente betheiligen, als zusammengesetzte anführen.

einen die ganze Stirne einnehmen, indem sie von beiden Seiten her in der Mittellinie zusammentreffen, bei den andern nur auf die Seite des Kopfes beschränkt sind*).

§. 29.

Organe der Ernährung.

a) Von den Verdauungsorganen.

Der Nahrungscanal der Arthropoden beginnt am Vordertheile des Körpers und erstreckt sich, meist in geradem Verlaufe und nur in den höheren Abtheilungen Windungen beschreibend, durch die Länge des Körpers, am hinteren Leibesende, zumeist am letzten Segmente, sich öffnend. In diesem allgemeinen Plane ist zwar eine Uebereinstimmung mit den Würmern, namentlich Nemertinen und Annulaten, ersichtlich. Allein die stets sehr verschiedengradige Ausbildung der einzelnen Abschnitte des Darmes spiegelt auch hier wieder jene Unterschiede ab, welche zwischen Würmern und Arthropoden bestehen. — Ein gänzliches Fehlen des Darmcanals ist bis jetzt nur bei den Männchen einiger niederer Crustenthiere (Cirripedien, parasitische Entomostraken), sowie auch bei einigen Räderthiermännchen beobachtet, während andere männliche Rotatorien nur Spuren eines Darmcanals erkennen lassen. Im Vergleiche mit der Ausbildung des Darmcanals der weiblichen Thiere zeigt sich auch bei den Männchen mancher Entomostraken eine auffallend geringe Entwicklung dieses Organes, so dass die Bedeutung dieser Wesen in dem Fortpflanzungsgeschäfte ihren Schwerpunct hat und die Erhaltung des Individuums diesem sich unterordnet. Es ist diese Erscheinung noch weiter über die niederen Classen der Arthropoden hinaus verbreitet, wir finden sie wieder bei den Insecten, unter denen die männlichen Individuen gleichfalls nicht selten eine geringe Entfaltung der Ernährungsorgane, und dem entsprechend eine relativ kurze Lebensdauer besitzen.

Der Darmcanal lässt 3 grössere, auch in ihrer physiologischen Bedeutung verschiedene Abschnitte erkennen, die bei den Rotatorien, Crustaceen, Arachniden und Myriapoden deutlich ausgeprägt sind, während bei den Insecten durch das Hinzukommen einer grösseren Zahl von verschieden gebildeten Darmabschnitten beträchtliche Complicirungen auftreten und die Deutung der einzelnen Theile schwieriger wird.

Zum Einbringen und Zerkleinern der Nahrung bestehen gewisse

*) Fast kuglige Augen besitzen die Libelluliden. Bei einer Dipteren-Gattung (*Diopsis*) sind auf seitlichen stielartigen Verlängerungen des Kopfes angebracht, die aber völlig unbeweglich sind.

Vergl. über die feinere Bildung der Sehorgane der Arthropoden vorzüglich Leydig in seinem Aufsatze: Zum feineren Bau der Arthropoden. Müller's Archiv 1855, ferner dessen Lehrbuch der Histologie.

Mundtheile in verschiedener Zahl und mannichfaltiger Gestaltung, die zum grössten Theile als Modificationen der gegliederten Körperanhänge hervorgehen und bald mehr bald minder selbständige Organe darstellen. Diese Umwandlung von Gliedmaassen in Mundtheile ist bei den Crustaceen am leichtesten zu überschauen und es gibt sich, wie z. B. beim Flusskrebse, die allmähliche Umgestaltung der Füsse in Kieferfüsse und dieser wieder in Kiefer dem ersten prüfenden Blicke zu erkennen, so dass die morphologische Bedeutung aller dieser Theile wohl schwerlich einem Zweifel unterliegt. Schärfer in der Form geschieden sind die Mundorgane der Arachniden, der Myriapoden, namentlich aber der Insecten, bei welchen ausser der von den Crustaceen abgeleiteten Homologie vorzüglich die Entwicklungsgeschichte den nöthigen Aufschluss gibt. — Ausser Ober- und Unterlippe sind in der Regel 2 Kieferpaare unterscheidbar, welche, ganz nach dem Plane der übrigen Gliedmaassen, horizontal gegen einander gerichtet und in mannichfaltiger, vorzüglich in der beschreibenden Zoologie zu berücksichtigender Weise modificirt sind. Am kräftigsten erscheint das Oberkieferpaar, meist mit scharfem oder spitzem Rande versehen. Eine schwächere Bildung zeigen die unteren Kiefer. —

Den Räderthieren, welchen gegliederte Körperanhänge überhaupt abgehen, fehlen auch die Mundwerkzeuge; denn jene Gebilde, welche man für solche ansieht und demgemäss als Kiefer bezeichnet, gehören dem Darmcanale und sogar einem ferner gelegenen Theile desselben an. — In den übrigen Classen lassen sich die Verhältnisse des Mundes und seiner äusseren Organe in folgender Weise darstellen:

Bei den Crustaceen, deren Mundöffnung nicht selten vom vorderen Körperende etwas weiter entfernt ist, fehlen besondere Mundorgane, vorzüglich bei vielen schmarotzenden Formen (Siphonostomen), deren Mund auf einem röhrenförmigen kurzen Fortsatze angebracht ist. Es muss diese Saugröhre als aus einer Verschmelzung der Lippen hervorgegangen gedacht werden. Mit ihr verbinden sich bei einigen (Lernaeen) noch besondere Kiefer. Auch bei den Poecilopoden sind für sich bestehende Mundorgane nicht vorhanden, indem die um den Mund stehenden Gliedmaassen als wirkliche Füsse erscheinen und nur mit ihrem plattenförmigen, stachelbedeckten Basalgliede als Kauorgane fungiren, Kaufüsse in Form und Bedeutung! Die meisten übrigen Crustenthiere lassen ausser den beiden Oberkiefern noch 2 Paare hinter diesen liegender Unterkiefer unterscheiden, an welche dann in den höheren Ordnungen (z. B. bei den Decapoden) die Kaufüsse in 2—3 Paaren sich anreihen. Kiefer wie Kaufüsse tragen noch als Taster functionirende Anhänge (*Palpi*), welche morphologisch den oft als Kiemen sich darstellenden Anhängen der übrigen Körpergliedmaassen an die Seite gesetzt werden müssen. Unter den Arachniden schliessen sich die niederen Abtheilungen, wie z. B. die Tardigraden, und manche Milben, an die niederen Crustenthiere an, indem die Mundorgane unter Verkümmerung der Kieferbildung zum Saugen eingerichtet

sich darstellen. An den Mundtheilen der übrigen Arachniden ist die Metamorphose in grösster Ausdehnung wahrzunehmen, indem nicht allein die sonst als erstes Maxillenpaar erscheinenden Gliedmaassen zu Tast- oder Greiforganen umgewandelt sind*), sondern auch noch (bei den Araneen und Phryniden) die Fühler zur Bildung der Mundtheile beitragen und, mit langen klauenförmigen Endgliedern versehen, als Kiefer fungiren. Bei einigen Arachniden mit eben erwähnter Umwandlung der Kiefer betheiligt sich jedoch nur das breite plattenförmige Basalglied derselben an der Kauverrichtung.

In den Mundorganen der Myriapoden treffen wir nur ein Paar der Körperanhänge zu Kiefern entwickelt, die namentlich bei den Scolopendern von grosser Mächtigkeit erscheinen. Sie entsprechen den Mandibeln (Oberkiefer) der Crustenthiere. Weniger ausgebildet sind sie bei den Juliden. Ein anderes darauf folgendes Paar ist in der Mitte verwachsen und kann als Unterlippe betrachtet werden.

Die Insecten zeigen ausser der Oberlippe zwei horizontal gegen einander gerichtete Kieferpaare, von denen das vordere, die Oberkiefer, durch seine beträchtliche Ausbildung ausgezeichnet ist und dadurch den Oberkiefern der Crustaceen sich anreiht. Von unten her werden diese Kauwerkzeuge von einer Unterlippe gedeckt, die ihre Entstehung aus der Vereinigung eines paarigen Anhanges herleitet, wie sie denn auch bei einer ganzen Insectenordnung (den Orthopteren) aus zwei seitlichen Hälften besteht und hier ebenso gut als ein drittes Kieferpaar angesehen werden könnte. Sowohl an diesem Theile, mag er getrennt oder zur Unterlippe verschmolzen sein, als auch an dem vorhergehenden, dem Unterkieferpaare, sind gegliederte tasterartige Anhänge (Kiefer- und Lippentaster) eingelenkt.

Wenn wir diese Bildung der Mundorgane der Insecten als die eigentlich typische ansehen, weil sie erstlich mit den analogen Theilen der übrigen Arthropoden grosse Uebereinstimmung zeigt, und zweitens den allgemeinen Typus der Gliedmaassen noch deutlich offenbart, so müssen wir andere Einrichtungen der Mundwerkzeuge als Modificationen der typischen Form ansehen. Solche kommen zu Stande sowohl durch Verkümmerung der einzelnen Theile, als auch durch weitere Umwandlungen derselben und endlich durch Betheiligung anderer, ursprünglich nicht den Kieferbildungen angehöriger Theile. Rudimentäre

*) Zu solchen Greiforganen sind die langen, scheerentragenden Kiefer der Scorpione und Pseudoscorpione geworden. Bei den Solpugiden und Weberspinnen, sowie bei den Araneen stellen sie dagegen mehr Tastorgane vor, die jedoch bei den Vogelspinnen gleichfalls eine Endklaue tragen. Dass an dem klauenförmigen Endgliede der Kieferfühler der ächten Spinnen der Ausführungsgang einer Giftdrüse sich öffnet, wurde schon erwähnt. Der Körper der Drüse findet sich zumeist im Basalgliede. Die Klauen sind bald mehr horizontal gegen einander gerichtet, also kieferähnlich, bald senkrecht neben einander gestellt (*Mygale*). Sie dienen mehr zum Festhalten und Tödten der Beute.

Bildungen zeigen vorzüglich die Aptera, wo theils ausnehmend verkleinerte, theils zu Borsten modificirte Kiefer vorhanden sind. Bei den Dipteren und Hemipteren formirt die Unterlippe einen in erstgenannter Ordnung canalartig geschlossenen Rüssel, bei der letzteren einen halbcanalförmigen, oben offenen Schnabel, in welch' beiden Bildungen die borstenförmigen Kiefer eingeschlossen sind. Es geht so aus der Unterlippe eine Scheidenbildung für die eigentlichen Mundtheile hervor, die theils ungegliedert (*Diptera*), theils gegliedert ist (*Hemiptera*). Die Schmetterlinge zeigen die Oberkiefer verkümmert, die Unterkiefer dagegen zu langen Halbcanälen umgewandelt, die, sich gegen einander legend, eine in der Ruhe spiralig aufgerollte Saugröhre vorstellen. Bei den Hymenopteren sind es ebenfalls die Unterkiefer, die ihre Function als Kauwerkzeuge aufgegeben haben und in platte Fortsätze umgebildet sind, die zumeist für die gerade in dieser Ordnung sehr entwickelte Saugezunge eine Scheide abgeben. Da die Oberkiefer als Kauwerkzeuge hier noch mit bestehen, so sind diese Thiere demnach mit doppelten Mundorganen ausgestattet. In den übrigen Insectenordnungen ist diese Zunge nur wenig ausgebildet und stellt meist nur einen kurzen, festen oder weichen Anhang der Unterlippenbasis vor*).

Die speciellen Verhältnisse des Darmrohrs und seiner Anhangsgebilde ergeben bei den Arthropoden Folgendes. Bei den Räderthieren beginnt der Darmcanal entweder inmitten des Räderorgans (z. B. bei *Stephanoceros*), oder am Bauchrande desselben (was bei den meisten der Fall ist), und setzt sich mit bewimperten Wandungen durch einen kurzen Schlund in eine Erweiterung fort, welche bei den meisten Räderthieren sehr mannichfach gestaltete Kauwerkzeuge aufweist**). Bei einigen schiebt sich zwischen Mund und Schlundkopf noch eine kropfartige Ausstülpung ein Die nächste Abtheilung des Darmes stellt einen

*) In den unentwickelten Zuständen der Insecten sind die Mundtheile, wenn solche überhaupt vorhanden sind, nach der oben erwähnten typischen Form gebildet. Es sind Kauorgane, selbst bei jenen, die als Imagines, wie Fliegen und Schmetterlinge, saugende Mundtheile aufweisen. Manche Larven, so z. B. jene von Dytiscus, Myrmeleo u. a., entbehren der Mundöffnung; es sind dann die starken, hakig gebogenen Oberkiefer an ihrer Spitze durchbohrt, und diese Oeffnung steht mit dem Darmcanale in Verbindung, so dass das Thier sich seiner Kiefer als Saugorgane bedient. Vielen Insectenlarven, wie den in faulenden Substanzen oder parasitisch lebenden Dipterenlarven, werden die fehlenden festen Mundtheile durch weiche, die Mundöffnung umstehende Papillen ersetzt.

**) Diese Schlundkiefer der Rotatorien dürfen, wie schon oben erwähnt, nicht mit äusseren Mundtheilen verwechselt werden. Es sind paarige, meist mit festen, gezähnelten oder sonstigen Fortsätzen versehene Bildungen, die sich mit einem hinteren Stiele in die Wandungen des Schlundes inseriren und horizontal gegen einander wirken. Nicht selten ist auch noch ein drittes, unpaariges Stück den Schlundwänden eingefügt. Sie sind vergleichbar den festen Magenzähnen vieler Crustenthiere.

rundlichen oder länglichen Magen vor, der durch seine beträchtliche Weite von dem übrigen Darmcanale scharf abgesetzt ist. Der letztere ist von verschiedener Länge und endet in geradem Verlaufe gemeinschaftlich mit anderen Organen an der Basis des nicht sehr treffend als »Fuss« bezeichneten Abdomens nach aussen. Viele Räderthiere besitzen eine unvollkommnere Bildung des eben geschilderten Darmcanals, indem ihnen einzelne Abschnitte desselben, und darunter vorzüglich der eigentliche Enddarm, mangeln. Es trifft sich dies für die Männchen gewisser Gattungen, deren bereits oben gedacht wurde *).

Die Crustaceen sind sämmtlich durch die Kürze ihres Oesophagus ausgezeichnet. Er steigt vom Munde aus meist gerade in die Höhe, um dann mit knieförmiger Umbiegung in einen nur selten in die Länge entfalteten Magen überzugehen. Der gerade nach rückwärts verlaufende Oesophagus der Phyllopoden und Argulinen bildet eine Ausnahme. Bei vielen niederen Crustaceen ist der Magen entweder nur eine einfache Erweiterung, die seitlich mit Ausbuchtungen versehen sein kann, oder als gesonderter Abschnitt doch nur wenig vom übrigen Darmcanale unterscheidbar. Die Ausstülpungen des Magens erscheinen entweder als einfache Blindschläuche, deren zwei beträchtlich grössere bei *Nicothoë* vorhanden sind, oder ihre Zahl ist vermehrt, und sie gehen zugleich Verästelungen ein, die zwar noch die gleiche Structur mit dem Darmcanale besitzen, wie z. B. bei *Argulus*, allein schon durch ihre Formverhältnisse den Uebergang zu den Leberbildungen darstellen, die wir bei anderen Krustenthieren blindsackartig den Magen besetzen sehen. So erscheinen die seitlichen Fortsätze des Magens von *Apus* zugleich als die Ausfuhrgänge der gallebereitenden Drüsen, die mit ihnen enge verbunden sind. Dagegen setzt er sich in den höheren Formen deutlich durch *Cardia* und *Pylorus* vom Darme ab. Die Wandungen dieses Magens zeigen sich bei sehr vielen Krebsen, z. B. den Malacostraca (Decapoden, Stomapoden und Isopoden) durch ein festes Chitin-Gerüste aus, welches zahnartige, gegen einander bewegliche Vorsprünge bildet, die zur Zerkleinerung der Ingesta dienen. Dergleichen Magengerüste bieten oft äusserst complicirte Bildungen dar. Ueberdies ist die den ganzen Darm auskleidende Chitinhaut im Magenabschnitte an manchen Stellen noch mit borstenartigen Auswüchsen versehen, welche im Zusammenhalte mit dem zahntragenden Gerüste den betreffenden Darmabschnitt als »Kaumagen« erscheinen lassen **). Der übrige Darm verläuft ge-

*) Vergl. hierüber vorzüglich Leydig, *Op. s. cit. p.* 71. Dann auch Gosse, *Annales of Nat. Hist.* 1856. Von letzterem Autor wurde die rudimentäre Bildung vieler Räderthiermännchen gleichfalls nachgewiesen. Die Verkümmerung des Darmcanals scheint, wie auch neuerdings Cohn berichtet, einen hohen Grad erreichen zu können, so dass kaum noch Spuren vorhanden sind. (Zeitschr. f. wiss. Zoologie. 1858.)

**) Zu beiden Seiten des Magens vieler Decapoden bilden sich in besondern taschenartigen Höhlungen, die übrigens nicht mit dem Hohlraume des Magens in

rade nach hinten und ist nicht selten an seinem vorderen, an den Pylorus sich anschliessenden Abschnitte durch eine grössere Weite ausgezeichnet, zuweilen auch durch eine Einschnürung daselbst abgesetzt. Beträchtlich weit ist diese Abtheilung bei den Asseln. (Vergl. Fig. 59. *i*) Sonst zeichnet sich der Darmcanal der Krustenthiere durch seine Enge aus. In den vorerwähnten Abschnitt münden die gallebereitenden Organe, und man kann denselben bis zu der an den engeren Enddarm übergehenden Stelle auch als eine besondere Abtheilung, als »Chylusmagen« ansehen.

Unter den Arachniden folgen die mit wenig entwickeltem Cephalothorax versehenen und durch langgestreckten Körper ausgezeichneten Scorpione und Phryniden einem einfacheren Typus in der Bildung des *Tractus intestinalis*, indem derselbe als ein fast überall gleich weites Rohr den Körper gerade durchzieht. Je mehr aber in dieser Classe der Körper sich in die Breite entfaltet und eine gleichzeitige Verschmelzung der Körpersegmente in zwei Abtheilungen (Cephalothorax und Abdomen), oder auch in eine — wie bei den Milben — auftritt, desto mehr wird auch eine Flächenvergrösserung des Nahrungscanals durch die Bildung seitlicher Ausstülpungen erreicht. Eine dünne Speiseröhre, die, wie bei den Krustenthieren, sich meist knieförmig nach oben und hinten biegt, setzt sich in einen weiteren Abschnitt (Fig. 56 *v*, 57 *a*) fort, den wir als Magen bezeichnen, und von dem seitliche Blindsäcke ausstrahlen. (Fig. 56 *v'*, 57 *b*.) Das Endstück des Tractus verläuft dann geradeaus bis zum Hinterleibsende, wo es häufig noch durch eine Erweiterung ausgezeichnet ist. Die vom Magen ausgehenden Blindsäcke finden sich in Zahl, Form und Grösse sehr verschieden. Die extremste Entwickelung zeigen sie

Fig. 56.

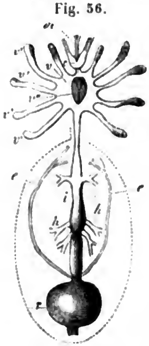


Fig. 57.

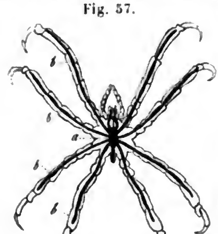


Fig. 56. Verdauungsorgane einer Spinne. *oe*. Oesophagus. *c*. Obere Schlundganglien (Gehirn). *v*. Magen. *v'* Seitliche Fortsätze desselben. *v''* Nach oben gerichtete Anhänge. *i*. Darm. *r*. Cloakenartig erweitertes Endstück des Darms. *h*, *h*. Einmündungen der Leber in den Darm. *e*. Harncanäle. (Nach Dugès.)

Fig. 57. Verdauungsorgane von *Ammothoe pycnogonoides*. *a*. Magen. *b*, *b*. Blindsäcke. (Nach Quatrefages.)

Verbindung stehen, die unter dem Namen der »Krebssteine« bekannten, aus kohlensaurem Kalke bestehenden Concremente. Sie erscheinen als Kalkdepots, welche bei einer jeden Häutung wieder resorbirt werden, indem deren Materiale zur Verkalkung des Chitinpanzers verwendet wird.

wohl bei den Pycnogoniden (Fig. 57), bei denen sie zu 5 Paaren rings vom Magen abgehen und als dünne Schläuche bis weit in die langen Gliedmaassen (Taster und Füsse) hinein sich erstrecken. Aeusserst zahlreich sind sie bei den Opilioniden, wo ihre Bedeutung jedoch eine geänderte ist. Der Magen der Spinnen trägt gleichfalls von seinem Umkreise und von seiner oberen Fläche entspringende Coeca, von denen die seitlichen der Zahl der Füsse entsprechend sind und sich bei einigen Spinnen auch in die Fussbasis verlängern. Eine Eigenthümlichkeit vieler Spinnenmagen besteht in dessen Ringform, indem bei manchen von der Einsenkungsstelle des Oesophagus aus zwei bogenförmige Verlängerungen nach vorne treten und sich unter dem Oesophagus vereinigen. Nur wenige, aber häufig verästelte Blindsäcke besitzen die Milben*).

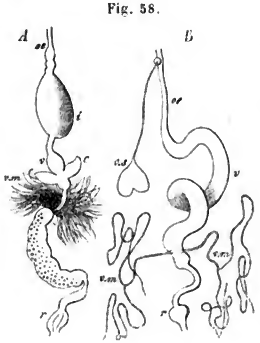
Die Myriapoden zeigen in der Einrichtung ihres Verdauungsapparates im Wesentlichen die bei Insectenlarven vorhandene Anordnung; eine dünne Speiseröhre geht in einen längeren Magenschlauch über, der, wie das aus ihm entspringende kürzere oder längere Darmstück geradeaus bis zum Hinterleibsende verläuft und dann erst vor der Ausmündung zu einem kurzen Rectum anschwillt. *Glomeris* macht durch den Besitz einer Darmschlinge eine Ausnahme.

Den Darmcanal der Insecten können wir von den einfacheren Bildungen der Myriapoden aus ableiten, wie dies auch in der Uebereinstimmung der letzteren mit Insectenlarven-Organisation tiefer begründet ist. Die ausserordentliche Mannichfaltigkeit in den Formverhältnissen der einzelnen Abschnitte lässt sich hiedurch zwar einer morphologischen Reduction unterziehen, da aber in der Untersuchung der Verrichtungen der einzelnen Abschnitte, Erweiterungen oder Anhangsbildungen, kaum die ersten Anfänge gemacht sind, so bleibt die Herstellung einer einheitlichen Anschauung dieser Bildungen immer noch ein Desiderat. — Von bedeutendem Einflusse auf die allgemeine Gestaltung des Darmcanals erscheint hier die Lebensweise, und es ist, wie auch sonst noch vielfach im Thierreiche, bei den Pflanzenfressern eine grössere Länge des Darmrohrs vorhanden, als bei jenen, die von animalischen Stoffen sich nähren. Ein anderes, in Betracht kommendes Moment bietet noch die Beschaffenheit der Nahrungsstoffe, und wir treffen demnach einfachere Darmbildungen bei solchen Insecten, die von Flüssigkeiten sich nähren, während bei den feste Substanzen verzehrenden eine grössere Complication sich zeigt. Es treten diese Verhältnisse am auffallendsten bei der Vergleichung des Darmrohrs von Insectenlarven mit jenem ausgebildeter Insecten hervor, und so sehen wir z. B. eine Raupe mit einem weiten, den Körper gerade durchziehenden Darmrohr ausgestattet, und diese Einrichtung der ungeheuern Masse täglich verzehrten Materia-

*) Eine eigenthümliche Einrichtung ist mit dem Darmcanale der Tardigraden verbunden, bei denen der Schlund eine musculöse, zum Saugen dienende Verdickung besitzt.

les entsprechend, während der nur wenig und flüssige Nahrung aufnehmende Falter ein zwar längeres, aber um Vieles schmächtigeres Darm rohr besitzt.

Fig. 58.



Es lassen sich am *Tractus intestinalis* der Insecten folgende Abschnitte unterscheiden, die theils deutlich von einander getrennt, theils continuirlich ohne Gränze in einander übergehen. Der Oesophagus (Fig. 58 *oe*) stellt den dünnsten Abschnitt vor, namentlich bei den von flüssigen Substanzen sich nährenden, wo er bald länger (*Diptera. Lepidoptera*), bald kürzer (*Hemiptera*) erscheint. Sein Endstück ist bei den Hymenopteren beträchtlich erweitert und functionirt als Saugmagen. Ein solcher kommt auch, aber als besonderer Anhangstheil des Oesophagus bei den Lepidopteren und Dipteren vor, wo er aus einer dünnwandigen, mit einem langen und zarten Canale an den Anfang des Oesophagus sich inserirenden Blase gebildet ist. (Fig. 58 *B. v. s.*) Auch kropfartige Erweiterungen zur einstweiligen Aufnahme fester Stoffe finden sich bei manchen Käfern, bei den Apteren, vor Allem aber bei den Orthopteren als seitliche Ausstülpungen der Speiseröhre vor. (Fig. 58. *A. i.*) Den folgenden Abschnitt bildet der Magen. Er erscheint als eine erweiterte, verschieden lange Strecke des Darmrohrs und ist häufig wiederum in mehrere Theile von differenter Bedeutung getrennt. Die erste, einfachere Form ist besonders bei den pflanzenfressenden Käfern, den Fliegen und Schmetterlingen, sowie vielen Neuropteren und Hymenopteren vorhanden. Mehrere Abtheilungen lässt dagegen der Magen der fleischfressenden Käfer und der Orthopteren erkennen. Die vorderste, meist kleine rundliche Abtheilung stellt einen Kaumagen vor (Fig. 58 *A. v*) und ist innen mit festen, leistenartigen Vorsprüngen oder Zacken bewaffnet, sowie in ihren Wandungen durch bedeutend entwickelte Musculatur charakterisirt Der darauf folgende, häufig durch eine Einschnürung abgesetzte Theil, der jedenfalls den bedeutungsvollsten Abschnitt des ganzen Darmes bildet, kann als Chylusmagen bezeichnet werden und ist sowohl durch seine grössere Länge als auch durch blindsackartige Ausstülpungen (*Orthoptera*) (Fig. 58 *A. c.*), oder endlich durch einen Besatz von kurzen, verschieden zahlreichen Drüsenschläuchen (Käfer) auffallend. An dem langen cylindrischen Ma-

Fig. 58. *A*. Verdauungscanal der Feldgrille, *B*. einer Fliege. *oe*. Oesophagus. *i*. Kropfartige Anschwellung desselben. *v*. Magen. *c*. Anhänge desselben. *r*. Rectum *vm*. Malpighi'sche Canale.

gen der **Hemipteren** nimmt man gleichfalls mehrere durch Einschnürungen entstandene Abschnitte wahr, von denen der hinterste häufig erweitert erscheint. Der auf den Magen folgende Darm ist im Allgemeinen kurz und von geradem Verlaufe. Als ein einfach erweiterter, meist gewundener Abschnitt des Darmcanals erscheint der Magen der Dipteren (Fig. 58 *B. v*). Nur bei Cicaden und Schmetterlingen, dann bei Bienen und Wespen kommt ein längeres, häufig gewundenes Darmstück vor. Der letzte, meist als Rectum bezeichnete Darmabschnitt ist in der Regel beträchtlich weiter (Fig. 58 *A. B. r.*) und bei den meisten Insecten mit papillenartigen, in Reihen geordneten Wülsten ausgestattet, die durch ihren Tracheenreichthum ausgezeichnet sind *).

Bei dem *Tractus intestinalis* der Insecten ist noch ein interessantes Factum hervorzuheben, dass vielen Larvenzuständen der Chylusmagen nach hinten geschlossen ist, so dass der Endabschnitt des Darmes nur zur Ausleitung von Excretstoffen dient, da, wo nämlich die Malpighi'schen Gefässe in ihn einmünden **). Es liegt unter diesen Verhältnissen nahe, diese Einrichtungen mit den analogen Organen gewisser Würmer (Trematoden) zu vergleichen, bei denen Darmcanal und eine die Excretionscanäle aufnehmende Endblase gleichfalls getrennt von einander bestehen, so dass hiedurch der Plan der Würmer jenem der Arthropoden wieder um etwas näher gerückt sich herausstellt.

Die mit dem Verdauungscanale der Arthropoden verbundenen Drüsenapparate erscheinen, soweit sie den Verdauungsprocess influenziren dürften, als Speicheldrüsen und Leber. Ausser diesen, die man als die weitest verbreiteten ansehen kann, finden aber noch einige andere Drüsenbildungen von sehr verschiedener Bedeutung ihre Ausmündestelle im Darmcanale, und es sind unter diesen vorläufig nur die wichtigsten, nämlich die Excretionsorgane anzuführen. —

Speicheldrüsen sind mit Ausnahme der Crustaceen ***) unter

*) Ueber die Bedeutung dieser von französischen Forschern als *boutons charnus* bezeichneten Papillen hat neuerlich Leydig, vergl. dessen Lehrbuch der Histologie, p. 337, eine sehr beachtenswerthe Hypothese aufgestellt, indem er diese Theile mit den im Rectum der Libellenlarven vorkommenden Tracheenkiemen analogisirte und hierzu den Uebergang in den Bildungen, wie sie im Enddarme von Phryganeenlarven sich finden, erkannt hat.

**) Die blinde Endigung des Chylusmagens ist bei den meisten Hymenopterenlarven, wie jenen der Bienen, Wespen, Schlupfwespen, dann bei den Larven von Myrmeleo und bei schmarotzenden Dipteren getroffen worden. Bei der Larve des Ameisenlowen ist der letztere Abschnitt des Darmes in einen Spinnapparat umgewandelt. Vergl. über letztern Leydig, Muller's Archiv. 1855, p. 448. Ausserdem über die afterlosen Hymenopterenlarven Grube, Müller's Archiv. 1849, p. 47.

***) Die bei den Cirripedien seit Cuvier als Speichelorgane angesehenen Drüsen münden nicht in den Schlund, sondern in den Anfangstheil des Magens. Auch jene Drüsen, welche Leydig bei Argulus beschrieb, sind nicht wohl als Speichelorgane zu betrachten, sondern secerniren wahrscheinlich eine als Gift wir-

allen Arthropoden in grosser Verbreitung zu treffen. Doch ist hier vor Allem zu beachten, dass wohl vielfache Drüsenbildungen, die anderen Functionsreihen angehören, damit zusammengestellt worden sind. Es möchte dies aus der sehr verschiedenen Organisation, welche die mehrfachen, bei einem und demselben Thiere in den Schlund einmündenden Drüsen aufweisen, darzuthun sein. — Die grösste Entwicklung der Speicheldrüsen findet sich im Allgemeinen bei den Pflanzenfressern, während die von animalischen Stoffen, namentlich von thierischen Säften lebenden eine geringe Ausbildung, ja oft fast eine Verkümmerung dieser Organe erkennen lassen. — Es erscheinen die Speicheldrüsen als paarige, symmetrisch gelagerte Organe, deren secernirender Abschnitt sich meist aus mehreren, zu beiden Seiten der Speiseröhre liegenden Acinis zusammensetzt. Der Ausführungsgang jeder Drüse begibt sich nach vorne zum Schlunde, in dessen Seite er einmündet. —

Solche bestimmte Speicheldrüsen sind bei den Arachniden schon unter den niederen Formen vorhanden, so namentlich bei Tardigraden und Milben, wo sie bei *Ixodes* an die vollkommensten Formen dieser Organe sich anschliessen. Allein den eigentlichen Spinnen scheinen sie abzugehen, wenn man nicht die nach Wasmann und v. Siebold über der Mundhöhle gelegenen Drüsenmassen als solche ansehen will. Lassen wir nun auch diese Drüsen als die absondernden Organe einer vielleicht dem Speichel gleichbedeutenden Flüssigkeit gelten, so sind sie wegen ihrer unregelmässigen Vertheilung doch nicht den eigentlichen Speicheldrüsen homolog; vielmehr dürften die beiden Giftdrüsen (s. oben bei den Mundorganen), morphologisch wenigstens, als die Aequivalente der Speicheldrüsen der übrigen Arthropoden anzusehen sein. Wohl ausgebildete Speicheldrüsen treffen wir bei den Scorpionen, wo sie sowohl den absondernden Theil wie auch den Ausführgang deutlich unterscheiden lassen. In der Classe der Insecten, an welche sich auch die Myriapoden*) reihen, ist jedoch die grösste Ausbildung der Speicheldrüsen vorhanden, und es sind nur wenige Abtheilungen, in denen sie gänzlich fehlen, wie bei den Ephemeriden, Libellen und Aphiden, oder bei denen sie nur wenig entwickelt sind, was vorzüglich für die Neuropteren (Myrmelioniden und Sialiden) gilt. Sie erscheinen bald als lange gewundene Röhren, bald als gelappte oder mannichfach verzweigte Gebilde, die häufig den Darmcanal eine Strecke weit begleiten. Häufig kommen in beiden Classen zwei, nicht selten auch (bei den Insecten) drei Paare von Speicheldrüsen vor, die in ihrem Baue sehr wechselnde Ver-

kende Flüssigkeit, welche das Thier in seine Stechrüssel einfliessen lässt. Leydig schliesst diese Bedeutung vorzüglich aus dem Baue der Drüsen, die mit den Giftdrüsen von Milben übereinstimmen, und knüpft daran auch eine Beobachtung Jurine's, der Froschlarven vom Stiche des Argulus heftig afficirt, ja sogar sterben sah. —

*) Bei *Julus* ist jedes der beiden langen Drüsenschlauchpaare hinten schlingenförmig in einander übergehend.

hältnisse darbieten. Was die äusseren Formen und die Vertheilung derselben auf die verschiedenen Insectengruppen angeht, so erscheinen die Speicheldrüsen als ein Paar längerer Schläuche bei den Käfern, dann bei Fliegen und Schmetterlingen. Verästelte, traubenförmig gestaltete oder gelappte Formen herrschen in den Ordnungen der Hemipteren und Orthopteren vor, finden sich auch mehrfach bei Käfern. Da, wo mehrere Speicheldrüsenpaare vorhanden sind, wie bei den Hemipteren, treten zu den verästelten noch einfach schlauchförmige in mehreren Paaren hinzu. —

Hinsichtlich der Leber ergeben sich bei den Arthropoden sehr verschiedene, von den übrigen grösseren Thiergruppen abweichende Verhältnisse, denn wenn wir sie in den unteren Abtheilungen jeder Gruppe eng mit dem Darme verbunden sehen, in der Art, dass sie zuerst in Form eines die Innenfläche des Darmes auskleidenden Epithelialbelegs auftritt und erst bei höherer Entfaltung des Organismus selbständige Organe vorstellt: so treffen wir hier bei den Arthropoden eine mehr unabhängige, und damit höhere Ausbildung der Leber gerade in den unteren Abtheilungen an (Crustaceen), während die sonst höher stehenden Insecten eine niedere Entwickelung der Leber aufweisen *). Die Leber tritt hier mit dem Darme in engere Verbindung, stellt Epithelialbelege vor, wie sonst nur bei den Würmern. Wenn das Gesagte im Allgemeinen für die ganze grosse Abtheilung der Arthropoden, in der wir Krebse und Spinnen als niedere, Insecten als höhere Formen kennen, als durchgeführte Erscheinung gilt, so darf es doch nicht auf die einzelnen Abtheilungen für sich angewendet werden, denn auch bei den Krustenthieren finden wir dieselbe reiche Organentfaltung in allen Uebergängen, wie sie sonst in grösseren Abtheilungen, z. B. bei den Würmern, oder bei den Mollusken angetroffen wird. Ausser den Insecten und den Myriapoden finden wir auch in den unteren Ordnungen der Arachniden, nämlich bei Tardigraden, Pycnogoniden und Milben, dann bei allen Räderthieren, sowie in den unteren Abtheilungen der Crustaceen wie eine gesonderte Lebermasse nicht zur Entwicklung kommt. Gewisse Abschnitte des Darmcanals besitzen in einem modificirten Epithel, dessen Zellen durch bräunliche oder grünliche Färbung sich auszeichnen, das der Gallenbereitung vorstehende Organ.

Es kleidet eine solche Zellschichte den Magen der Räderthiere aus, und auch bei den niederen Krustenthieren bildet häufig der Darm keine besonderen Ausstülpungen, auf welche dieses Epithel beschränkt wäre. Bei anderen dagegen, so bei den Argulinen, mehreren Phyllopoden, dann bei den Cirripedien, treten schon einfache oder verästelte Magenanhänge auf, die zwar noch keineswegs selbstän-

*) Für die Richtigkeit der schon mehrfach urgirten Auffassung der einzelnen Classen des Thierreichs als sich neben einander, und nicht im strengern Sinne über einander ordnender Abtheilungen ist diese Erscheinung ein neuer Beleg.

dige Gebilde darstellen, weil sie mit weitem Lumen versehen noch Darmcontente aufnehmen können, aber dennoch bei der ausgesprochenen Modification ihrer Wandungen als Homologa einer Leberbildung anzusehen sind. Als ein recht treffendes Beispiel für jenes Zwischenstadium, in welchem das Leberorgan zum Theil einen Abschnitt des Darmes selbst darstellt, zum Theil als selbständiges Gebilde erscheint, ist *Apus cancriformis* anzuführen. Hier ist der als Magen erscheinende Anfangstheil des Darmes mit weiten seitlichen Ausstülpungen ausgestattet, in welche die verästelten Leberschläuche einmünden, die gleichsam als feinere Verzweigungen jener Magensäcke sich darstellen. Die Vereinigung mehrerer Functionen in einem Organe ist kein Hinderniss, das Organ als einer gewissen Formenreihe angehörig zu erkennen. Es entsprechen diese verästelten Darmanhänge vollkommen jenen der Milben und Weberspinnen, bei welch' letzteren die drüsige Auskleidung der zahlreich in den Magen mündenden meist unverästelten Schläuche sehr beträchtlich entwickelt ist.

In bestimmterer Weise und ausschliesslich als gallebereitendes Organ erscheint die Leber bei den meisten übrigen Crustenthieren, und zwar in der Form von engen Blindschläuchen, welche in verschiedener Anzahl und Gruppirung, bei den höher stehenden Crustenthieren sogar reiche Büschel darstellend, hinter dem Kaumagen in den Darmcanal einmünden. Bei dem Vorkommen eines »Chylusmagens« nimmt dieser die Lebergänge auf. Cypriden und Daphniden sind mit nur einem einzigen Paare solcher Leberschläuche versehen, und ebenso die meisten Amphipoden. Zwei bis drei Paare besitzen die Laemodipoden und Isopoden (Fig. 59 *A. h*), und in zwei grosse, oft sehr mächtige Büschel gruppirt sind sie bei den Decapoden*) anzutreffen (Fig. 59 *B. h*). Sie nehmen hier meist einen beträchtlichen Theil des Cephalothorax ein und erstrecken sich selten über denselben hinaus

Fig. 59.

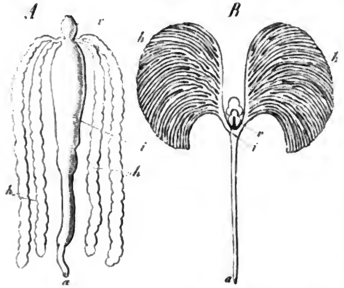


Fig. 59. Darmcanal und Leber von Crustaceen, *A.* von *Oniscus*, *B.* von *Phyllosoma*. *v.* Kaumagen. *i.* Chylusmagen. *a* After. *h.* Leberschläuche.

*) Den Uebergang von den einfachen, nur schlauchförmigen Leberbildungen zu den complicirteren der höheren Decapoden bilden die Mysiden, deren Leber aus 2 Gruppen einfacher, jederseits hinter dem Magen ausmündender Blindschläuche gebildet ist.

ins Abdomen. — Eine Trennung auf mehr als 2 für sich in den Darmcanal einmündende Drüsengruppen tritt bei *Limulus* ein. Wir sehen hier die den ganzen Körper durchziehende, äusserst reich verästelte Leber ihre Schläuche in 2 Paar Ausführgänge vereinigen und diese dann in grösserer Entfernung von einander in den Darm ausmünden. Noch zahlreichere Büschel verästelter Leberschläuche halten beide Seiten des Darmcanals der Stomapoden besetzt. An diese Form schliessen sich zunächst unter den Arachniden die Scorpione und Solpugiden an. Die Zahl der Drüsenbüschel ist eine verschieden grosse; 5 Paare sind bei den Scorpionen vorhanden. Mehr auf einen engeren Abschnitt des Darmcanals, etwa auf das mittlere Drittheil desselben beschränkt, münden die mehrfachen Ausführungsgänge der vielfach verästelten Leber bei den Araneen aus (Fig. 56 *h*), zeigen aber gleichfalls eine regelmässig symmetrische Vertheilung. Die Lebermasse selbst füllt einen grossen Theil des Abdomens.

Von der Vertheilung der Leber über grössere Strecken des Darms, wie sie sowohl bei einem Theile der Krustenthiere als auch bei den Arachniden so eben dargestellt ward, entspringt dann in weiterer Ausdehnung jenes Verhalten, welches die Myriapoden charakterisirt, indem hier der grösste Theil des Darmrohres mit kurzen, in die Leibeshöhle vorragenden Leberschläuchen besetzt erscheint. Es ist von hier aus nur noch ein Schritt zu der Leberbildung der Insecten, wo nicht einmal besondere Schläuche mehr zu erkennen sind, sondern das vorher discret angetroffene Organ in der Innenfläche des Darmcanals durch eine bereits erwähnte Schichte von Drüsenzellen dargestellt wird. Zumeist sind es nur einzelne Abschnitte des Darmrohrs, welche durch Drüsenbildungen sich auszeichnen. Am häufigsten ist es der Chylusmagen oder auch die mit ihm verbundenen blindsackförmigen Anhänge.

Nach einer früheren Annahme sah man das Analogon der Insectenleber in den sogenannten Malpighi'schen Gefässen, die man demzufolge als Gallengefässe bezeichnet hat, bis deren Thätigkeit als harnabsondernde Organe nachgewiesen wurde. Obgleich nun an der Richtigkeit der letzteren Auffassung (vergl. hierüber bei den Excretionsorganen) der Hauptsache nach nicht im Mindesten gezweifelt werden kann, so ist doch noch eine andere, neuerdings von Leydig*) geltend gemachte Anschauung hervorzuheben. Es wurde nämlich bald bei einer bestimmten Anzahl unter den Malpighi'schen Gefässen eines Insectes, bald bei einzelnen Abschnitten eines dieser Canäle eine nicht unbedeutende Verschiedenheit des Baues und auch der morphologischen Qualität des Secretes angetroffen, woraus Leydig den Schluss zieht, dass in gewissen Fällen eine bestimmte Zahl Malpighi'scher Gefässe, in andern Fällen bestimmte Abschnitte dieser Canäle mit einer besonderen Function betraut seien, die von der gewöhnlichen, in der Harnbereitung bestehenden abwiche.

*) Vergl. dessen Lehrbuch der Histologie, p. 471.

Er lässt dann diese Function als eine mit der Gallenabsonderung äquivalente gelten. Zu ähnlichen Folgerungen kommt auch ein französischer Forscher nach Beobachtungen an den Larven von Grabwespen*). Wenn nun auch aus diesen Untersuchungen so viel hervorgeht, dass in den Malpighi'schen Gefässen zweierlei Secrete gebildet werden, so dürfte doch ein bestimmter Ausspruch vor einer genaueren Analyse noch zurückzuhalten sein**).

Bei dem Darmcanale der Arthropoden muss auch des sogenannten »Fettkörpers« Erwähnung geschehen. Mit der Entwickelung des Thieres aus dem Eie bleibt in vielen Fällen eine Anzahl von zelligem Bildungsmateriale, ohne in eine bestimmte Organbildung einzugehen, in der Leibeshöhle bestehen, und umgibt zunächst den Darmcanal als eine lockere Masse mehr oder minder zusammenhängender Zellen. Mit der ferneren Entwickelung des Thieres sammeln sich in jenen Zellen Fetttröpfchen an, und bei den durch Tracheen athmenden treten viele Aeste der letzteren mit den genannten Zellen in Verbindung. Bei der Classe der Crustaceen wird der Fettkörper aus einzelnen, farbige Fetttropfen enthaltenden Zellen dargestellt, die nicht weiter unter einander zusammenhängen, und die namentlich in den Larvenzuständen der Entomostraken zu beobachten sind. Auch bei den Insecten ist das Gewebe vorwiegend in den unentwickelten Formen vorhanden und stellt oft grosse aus verästelten Zellen zusammengesetzte, weiss oder gelblich gefärbte Lamellen dar, deren Material bei den Insecten mit vollkommener Verwandlung zum grossen Theile während des Puppenstadiums verbraucht wird. Bei den Leuchtkäfern (*Elater*, *Lambyris*) sind es gewisse, aber nicht verschieden organisirte Parthien des Fettkörpers, durch welche das Leuchtphänomen vermittelt wird. —

b) Von den Kreislaufsorganen.

Die durch den Darmcanal gebildete Ernährungsflüssigkeit der Arthropoden findet sich ursprünglich überall in der Leibeshöhle vertheilt. Selbst da, wo schon besondere Organe zur geregelten Fortbewegung dieser Flüssigkeit auftreten, bildet noch die ganze Leibeshöhle einen grossen Blutraum. Solche Organe fehlen jedoch den niederen Abtheilungen der einzelnen Classen gänzlich; wir stossen aber dann auf andere,

*) Vergl. Fabre, *Ann. des sc. nat. sér. IV. Tome VI.* 1856.

**) Durch Untersuchung der *Vasa Malpighii* bei einer grösseren Anzahl von Insecten fand ich Leydigs Angaben bestätigt, sowie die auf die Histiologie gestützte Deutung begründet, in sofern sie sich auf die Annahme eines doppelten Secretes beschränkt. Der Deutung des eines Secretes als »Galle« möchte ich jedoch aus dem Grunde nicht beistimmen, weil die Ausmündung jener Gefässe oft erst am letzten Abschnitte des Darmcanals stattfindet, und dieser Abschnitt, wie sich namentlich an Schmetterlingslarven u. a. leicht ersehen lässt, vorzüglich durch seine Kürze die Ausführung der Fäcalmassen bewerkstelligt. Ich muss daher die beiden Secretformen vorläufig für Excrete halten.

die Fortbewegung und die Vertheilung der Ernährungsflüssigkeit zu Stande bringende Einrichtungen, die als ein Ersatz von Kreislaufsorganen gelten können. So wird bei den Räderthieren die Bewegung der in der Leibeshöhle befindlichen Flüssigkeit durch die häufigen Bewegungen des Thieres selbst, durch Ein- und Ausziehen des Abdomens, Vorstrecken und Rückziehen des Wimperorganes u. s. w., nothwendiger Weise zu Stande kommen, und wir sehen auch in den übrigen niederen Formen der Arthropoden noch andere ähnliche Einrichtungen bestehen.

Das erste Auftreten eines Circulationsapparates, wie solcher bei den niederen Formen der Krustenthiere, bei manchen Arachniden und dann bei allen Insecten sich darstellt, äussert sich immer durch die Bildung eines in der Medianlinie des Körpers unter dem Rücken gelagerten Centralorganes, eines Herzens. Es erhalten hierdurch die grossen verwandtschaftlichen Beziehungen zu den Ringelwürmern einen weiteren Ausdruck. Wie wir dort einen contractilen Dorsalgefässstamm theils in seiner ganzen Ausdehnung, theils nur auf eine gewisse Strecke hin als Herz functioniren sahen, so tritt uns auch hier ein contractiler Dorsalschlauch als Centralorgan den Kreislauf bethätigend entgegen. Wenn wir aber berücksichtigen, dass bei jenen Würmern auch manche andere Gefässstämme contractil und somit als Herzen thätig erscheinen, und dass da, wo der Rückenstamm ausschliesslich contractil ist, er im Uebrigen dennoch nicht wesentlich von den anderen Abschnitten des Gefässsystems sich differenzirt hat, sowie auch sein Verlauf sich ganz gleichmässig durch den Körper erstreckt: so müssen wir erkennen, dass das durch allgemeine Form und specielle Organisation vom übrigen Gefässapparate, wo solcher besteht, sich streng abscheidende Herz der Arthropoden als ein viel selbständigeres Organ aufgefasst werden muss. Es liegen die Gründe hierfür nicht allein in dem bereits Erwähnten; wir können auch noch darin solche finden, dass das Herz in vielen Fällen als einziger Abschnitt einer geschlossenen Blutbahn erscheint, sowie auch niemals, selbst bei vollkommen entwickeltem Gefässsysteme, die physiologische Bedeutung des Herzens von anderen Abschnitten des Gefässsystemes getheilt wird*).

Das Herz der Arthropoden lässt zweierlei Untertypen erkennen, von denen der eine bei Crustaceen, Arachniden und Myriapoden durch eine einfache, kürzere oder längere Schlauchform sich darstellt, während der andere, bei Insecten und Myriapoden bestehend, durch eine die Segmentirung des Thierkörpers wiederholende Kammerbildung ausgezeichnet ist. Die Verschiedenheit dieser beiden

*) Daraus ergibt sich einerseits ein sowohl für eine relative Selbständigkeit der Arthropodengruppe sprechender Factor, sowie auch andererseits die präcisere Differenzirung dieses Centralorganes auf eine höhere Organisationsstufe schliessen lässt, als jene der Ringelwürmer ist. Die Schwankungen in der Function einzelner Abschnitte des allerdings für sich sehr hoch ausgebildeten Blutgefässsystemes der Annulaten weisen immer auf eine relativ niedere Bildung hin.

Formen des Herzens ist jedoch keineswegs tief eingreifend, da die auch bei Crustaceen vorkommenden und als venöse Ostien erscheinenden Spaltenpaare den Uebergang zum deutlich gegliederten Insectenherzen auf's Klarste vermitteln.

Das mit dem Herzen in Verbindung stehende Gefässsystem zeigt in den einzelnen Classen und Ordnungen einen sehr verschiedenen Grad der Ausbildung. So sehen wir bald jede Spur von Gefässen fehlen, bald nur einen einfachen Gefässstamm — eine Aorta — aus dem Herzen hervorgehen, dann wieder unter allmäliger Complication der Anordnung arterielle Gefässe entstehen und die übrige Blutbahn noch durch die Hohlräume des Leibes repräsentirt. Endlich treffen wir mit einem entwickelten Arteriensysteme schon Capillarnetze in Verbindung, die sich jedoch in lacunäre Bahnen öffnen, bis zuletzt auf der höchsten Stufe noch ein Venensystem hinzukommt und so der ganze Blutkreislauf in geschlossenen, gegen die übrigen Hohlräume und Organe des Körpers abgegränzten Bahnen sich bewegt. Diese allmälige Vervollkommnung greift jedoch, wie bereits angedeutet, nicht in der aufsteigenden Arthropodenreihe Platz, denn während wir z. B. bei den Crustenthieren, und zwar schon bei nicht hoch organisirten Formen ein arterielles Gefässsystem antreffen, ja bei den Decapoden sogar ein völlig geschlossenes sehen, so bieten uns die Insecten um Vieles einfachere Verhältnisse dar und der grösste Theil der Blutbahn ist frei zwischen den Organen des Leibes.

Dieses einer aufsteigenden Organentfaltung widerstrebende Verhalten erklärt sich jedoch vollkommen, wenn wir die auf die Kreislaufverhältnisse vielfach bestimmend einwirkende Qualität und Anordnung der Athemorgane mit in Betracht ziehen. Wir finden dann, wie die Blutbahn um so eher eine geschlossene wird, je bestimmter jene Organe nur auf gewisse Theile des Körpers beschränkt sind, so dass da, wo der Respirationsprocess entweder allseitig auf der Oberfläche des Körpers vollzogen, oder doch durch eine grosse Anzahl am Körper äusserlich vielfach vertheilter oder auch im Innern des Körpers weit verbreiteter Athmungsorgane bewerkstelligt wird, auch immer die geringste Entfaltung von Kreislaufsorganen sich findet. Das Blut trifft überall auf Stellen, an denen es der Einwirkung des zu respirirenden Mediums ausgesetzt ist und damit den Austausch der Gasarten vollzieht. Bei Myriapoden und Insecten ist daher die Blutbahn eine höchst unvollständig geschlossene, indem die bis an die innern Organe dringenden Verzweigungen luftführender Canäle überall den Athmungsact ermöglichen. Aehnliches gilt auch von den niederen Abtheilungen der Crustenthiere, bei denen sowohl durch die Körperhülle als auch durch die vielfachen als Athemorgane functionirenden Gliedmaassen der gleiche Vorgang eingeleitet wird. Im entgegengesetzten Falle sehen wir da, wo die Athemorgane sich an gewissen Stellen vorzugsweise entfaltet zeigen (z. B. bei den Lungenspinnern, bei vielen Crustenthieren), eine vollkommnere Blutbahn sich entwickeln, sowie endlich bei ausschliesslich auf ganz bestimmte Organe

beschränkter Athmung (wie bei Decapoden und den Scorpionen) das Gefässsystem überall mit besonderen Wandungen versehen, somit in höchster Form sich trifft*).

Die Bedeutung des Herzens hinsichtlich seiner Beziehung zu dem arteriellen oder venösen Theile des Blutes ist eine sehr verschiedene, wie schon aus obiger Deduction erhellen mag. Das Herz wird da nur als einfaches Bewegungsorgan des Blutstromes erscheinen, wo die Athmung an ausgedehnten Stellen vor sich geht, wo also das Blut kaum in venöses oder arterielles geschieden gedacht werden kann, oder wo doch eine solche Trennung im strengeren Sinne wirklich nicht existirt, wie bei Insecten und Myriapoden. Dagegen ist ein reines Arterienherz bei den höheren, mit geschlossenem Kreislaufe versehenen Crustaceen vorhanden und wahrscheinlich auch bei den Arachniden, wo für die Scorpione wenigstens die directe Rückleitung des Blutes von den Athemorganen zum Herzen angeführt werden kann. — Die Bewegung der Blutflüssigkeit ausserhalb geschlossener Bahnen geschieht, soweit bis jetzt beobachtet, bei allen Arthropoden mit grosser Regelmässigkeit, indem immer bestimmte Ströme existiren, welche an bestimmten Stellen vom Herzen ausgehend oder ihm zulaufend sind. An der Peripherie gehen diese Ströme bogenförmig in einander über, sie verästeln und verbinden sich auf ihrem Wege ebenso vielfach, als dies sonst Gefässe thun, so dass hierdurch und durch die nahebei gleichmässige Beständigkeit der Stromrichtung ein Gefässsystem aufgewogen wird. Die Aufnahme des Blutes in das Herz scheint bei keinem Arthropoden durch direct dem Herzen sich einfügende Venenstämme vermittelt zu werden, und selbst da, wo Venen sonst ausgebildet bestehen, wie bei höheren Crustaceen, wohl auch bei Arachniden, entleeren sich diese in einen das Herz umgebenden Blutraum, der durch eine dünne Membran — meistentheils, wenn auch nicht vollständig richtig, als Pericardium bezeichnet — von der umgebenden Leibeshöhle abgeschlossen ist. Auch bei gänzlichem Venenmangel ist dieser, einem Vorhofe vergleichbare »Pericardialsinus« vorhanden und dient offenbar zur Regulirung der am Herzen zusammentreffenden Blutströme.

Die Anordnung des Kreislaufs und der ihn vorstellenden Organe ist bei den einzelnen Abtheilungen in folgender Weise gegliedert:

Die Crustaceen sind, mit Ausnahme der Ostracoden und einiger parasitischer Entomostraken, dann auch der Gattung Cyclops,

---

*) Es ist diese Deutung der Gefässentfaltung, die hier an gewisse, aus andern Organen hervorgehende Bedingungen geknüpft ist, nicht für sich und somit einseitig zu fassen, denn die Beziehungen der Athemorgane zum Kreislaufe sind, wenn auch von grosser Wichtigkeit, doch nicht ausschliesslich als gestaltbedingende Factoren anzusehen, und es müssen jedenfalls auch noch andere Einrichtungen, wie die Lagerung der Organe, die Grössenverhältnisse des Herzens als Locomotor der Blutflüssigkeit, und die Verhältnisse der Kräfte des Herzens zu der zu bewegenden Flüssigkeit, als hierbei concurrirend angesehen werden.

sämmtlich mit Kreislaufsorganen ausgestattet, die sich am einfachsten bei den Entomostraken darstellen. Es besteht hier bei vielen, so z. B. bei Cyclopiden (Sapphirinen u. a.) nur ein rundlicher Herzschlauch, in welchen das Blut von hinten her eintritt, um am vordern Ende durch Pulsationen ausgetrieben zu werden. Hieran möchten sich auch die Mysiden anreihen*). Das ebenfalls schlauchförmige Herz der Argulinen zeigt durch seine zahlreicheren, durch Klappen verschliessbaren Oeffnungen eine grössere Complication. Es besitzt ein vorderes und drei hintere Ostien, von welch' letzteren die beiden seitlich gelagerten die aus dem freien Kreislaufe rückkehrenden Blutströme aufnehmen, während die mittlere hintere Oeffnung und die einfache vordere als arterielle Ostien erscheinen, indem sie dem Austritte des Blutes dienen; das vordere übergibt das Blut dem grossen Körperkreislaufe, das hintere leitet es in die nächstliegenden blattartigen Kiemen**). Die Phyllopoden reihen sich den vorigen an. Das Herz ist ohne abgehende Gefässe und stellt einen langen, seitlich mit einer verschieden grossen Anzahl von Spalten versehenen Schlauch vor. Die Spalten functioniren als venöse Ostien und geben durch ihre vorspringenden Klappen dem Herzen jenes gegliederte Aussehen, wie es das Rückengefäss der Insecten besitzt. Gegen diese Einrichtung erscheint das Argulus-Herz als eine niedere Bildung, die wir uns durch bedeutendere Längenentwickelung und durch Vermehrung der paarigen Ostien in jene umgewandelt vorstellen können. Bei den Cirripedien, Amphipoden, Poecilopoden und Isopoden geht das langgestreckte Herz vorne und hinten, sowie auch seitlich in Arterienstämme über, zwischen denen an der Seite oder auf der oberen Fläche venöse Ostien in Spaltenform angebracht sind, welche die Rückleitung des Blutes bewerkstelligen. Wir haben von hier aus den Anknüpfungspunct an die Herz- und Gefässbildung der Squillinen, die sich nur durch die grössere Ausdehnung in die Länge und durch die vollkommnere Entwickelung der seitlich entspringenden 14—17 Arterienstämme, die vorhin nur rudimentär getroffen wurden, unterscheidet. In der Familie der Daphnoiden scheint eine grössere Mannichfaltigkeit der Entwicklungsgrade zu herrschen, und manche von ihnen schliessen sich an die einfache Herzbildung der Cyclopiden an. Bei anderen ist

*) Das Herz dieser Krebse wird nach Frey gleichfalls durch einen einfachen, vorne und hinten geöffneten Schlauch dargestellt.

**) Vergl. Leydig, Zeitschr. für wissensch. Zoologie, Bd. II. p. 14. — Es würde auf diese Weise das Herz hier eigentlich nur venöses Blut führen, ja es würde sogar zum Theile als Kiemenherz functioniren, wenn man auf die blattförmigen Anhänge hinsichtlich ihrer respiratorischen Bedeutung zu grosses Gewicht legen wollte, wie solches von Leydig in der That geschieht. Wenn wir die ganzen Organisationsverhältnisse von *Argulus* berücksichtigen, den flachen Körperbau, die dünne Hautschichte, so ist klar, dass die Athemfunction nicht auf jene beiden blattförmigen Organe beschränkt ist, wenn auch diese, worin Leydig bestimmt Recht hat, morphologisch als Kiemen anzusehen sind. So würde denn die Einrichtung des Kreislaufs bei diesem Thiere dem übrigen Circulationsplane nicht widersprechend sein.

wieder eine höhere Entfaltung vorhanden, und diese besitzen dann mit besonderen Wandungen versehene arterielle Blutbahnen. Das Herz weist zwei seitliche venöse Ostien auf; nach vorne und hinten gehen Arterienstämme ab, die bezüglich ihrer Verbreitung sich an den Typus der Decapoden anreihen*). Wenn auch noch nicht vollständig, so ist doch im allgemeinen Plane dieser Typus schon bei den niedersten Formen der Decapoden, nämlich bei den Phyllosomen, vorhanden**), und drückt sich aus in der Entwickelung des arteriellen Gefässsystems. Wir treffen mit Ausnahme der Mysiden in der ganzen Gruppe ein kurzes, rundliches oder polygonal gestaltetes Herz (Fig. 60 *c*), von welchem sowohl vorne als hinten arterielle Gefässstämme abgehen, die sich in dieser Gruppe ziemlich gleichartig verhalten. Von drei vorderen Arterien verläuft die mittlere, (Fig. 60 *ao*), ohne besondere Aeste abzugeben, zum Gehirn und zu den Augenstielen, die beiden seitlichen dagegen, nach Abgabe reichlicher Aeste an die Leber (*aa*) zu den Antennen. Die nach hinten gehenden Arterien sind meist doppelt, können jedoch auch einen gemeinsamen Ursprung besitzen. Die eine (*ap*), *Arteria dorsalis*, versorgt vorzüglich die

Fig. 60.

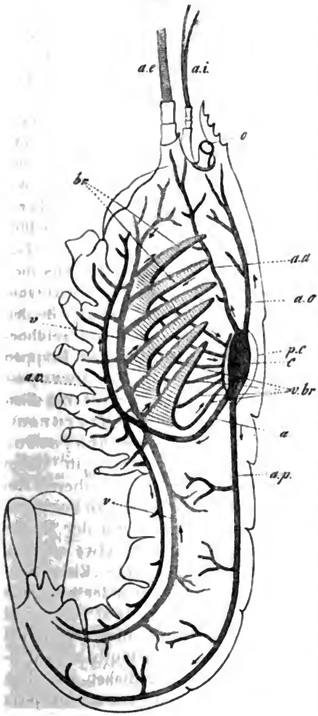


Fig. 60. Schematische Darstellung des Circulationsapparates vom Hummer. *o*. Auge. *ae*. Aeussere Fühler. *ai*. Innere Fühler. *br*. Kiemen. *c*. Herz. *pc*. Pericardium. *ao*. Mittlere, vordere Körperarterie. *ao*. Leberarterie. *aa*. Hintere Körperarterie. *a*. Stamm der Baucharterie. *av*. Baucharterie. *v*. Ventraler Venensinus. *v, br*. Kiemenvenen. — Die Richtung der Pfeile deutet die Richtung der Blutströme an.

*) Vergl. Schödler, über *Acanthocercus rigidus*, Archiv für Naturgesch. 1846.

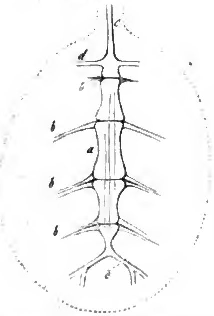
**) Vergl. meine Abhandlung über die Organisation von *Phyllosoma* und *Sapphirina* in Müller's Archiv. 1858.

Musculatur des Rückens und Schwanzes mit abgehenden Zweigen. Sie ist gabelartig gespalten bei den Brachyuren. Die andere (*Arteria ventralis*) (*a*) wendet sich sogleich nach abwärts zur Bauchfläche und theilt sich in einen nach vorne und einen nach hinten verlaufenden Ast, deren jeder sich bald in zahlreiche Seitenzweige auflöst, welche in die fussartigen Gliedmaassen (Füsse, Kieferfüsse u. s. w.) eintreten. Ihr Ende erreicht niemals in stärkerem Kaliber das Schwanzende. — Die Enden der benannten Arterien gehen in ein verschieden reiches Capillarnetz über, und aus diesem strömt das Blut bei den Phyllosomen frei in die Leibeshöhle und geht von hier aus zum Herzen zurück, wo es durch 6 Spaltöffnungen (venöse Ostien) eintritt. Ganz dieselben venösen Ostien sind auch bei den höheren Decapoden vorhanden, nur kommt hier, wie Audouin und Milne-Edwards zeigten, noch ein entwickelter Pericardialsinus und ein Venensystem hinzu, durch welch' letzteres das Blut aus den Capillaren in weite, an der Kiemenbasis gelegene Sinusse (Fig. 60 *v*) geführt wird und von hier aus die Kiemen durchströmt. Aus diesen führen wiederum Gefässstämme (Fig. 60 *v. br*) (Kiemenvenen) zum Herzen und öffnen sich, die Pericardialwand durchbohrend, in den eben erwähnten Blutsinus, der das Herz umgibt. — Das Herz zeichnet sich durch seine musculösen Wandungen aus, und seine mit Klappen versehenen Spalten sind, wie es den Anschein hat, bei allen Decapoden auf die Sechszahl beschränkt. Ihre relative Lage ist nicht bei allen gleich, indem sie zu Paaren bald oben, unten und seitlich (Macruren), bald zu vieren oben und zu zweien seitlich zu treffen sind (Brachyuren).

Den niederen Arachniden fehlen die Kreislauforgane in vielen Fällen, und es bewegt sich dann die ernährende Flüssigkeit überall frei zwischen den Organen. Tardigraden und Acarinen liefern Beispiele. Dagegen besitzen schon die Pycnogoniden*) den Beginn der Kreislaufsorgane in einer einfachen Herzbildung, welche man etwa an jene der Cyclopiden unter den Crustaceen anreihen möchte. Eine Theilung des länglichen Herzens in mehrere (3) hinter einander gelegene Kammern ergibt sich bei den Opilioniden. Das Herz lässt vorne und hinten Arterienstämme hervorgehen. Eine weitere Ausbildung ergibt sich in den Araneen, obgleich gerade die Erforschung der Blutbahnen dieser Thiere noch zu keinem befriedigenden Resultate gediehen ist. Das spindelförmige, stets im Abdomen gelagerte Herz ist, soweit bis jetzt diese Verhältnisse zu übersehen sind, in eine Anzahl hinter einander gelegener Kammern (Fig. 61 *a*) getheilt, welche ganz in ähnlicher Weise, wie wir es bei den Insecten treffen werden, seitliche Spalten aufweisen, und auch durch besondere Muskeln (*b*) an dem Rückenintegumente des Abdomens festgehalten werden. Sowohl nach vorne als nach hinten gehen Arterienstämmchen ab, die aus je einer Fortsetzung der betreffenden Kammer entspringen. Die vordere Arterie gibt gleich nach ihrem

*) So bei *Nymphon* nach Zenker, Müller's Archiv. 1852.

Fig. 61.



Ursprunge jederseits einen starken Ast (Fig. 61 *d*) noch innerhalb des Abdomens zu den Eingeweiden und setzt sich mit einem mittleren Stamme (*c*) in den Cephalothorax fort. Die vom hinteren Ende entspringende Arterie vertheilt sich bald dichotomisch in mehre nicht weit zu verfolgende Zweige, die sich zwischen die Eingeweide begeben und dort wahrscheinlich in interstitiellen Lacunen endigen. Es ist jedoch mit grosser Bestimmtheit anzunehmen, dass diese Form der Kreislaufsorgane nicht die einzige unter den ächten Spinnen ist, ja namentlich nach neueren Untersuchungen*) scheinen jene Organe sehr verschiedenartigen Modificationen unterworfen zu sein. Die Einrichtung des Kreislaufsapparates der Scorpione reiht sich an die vorige an. Das von einer Pericardialmembran scheidenartig umschlossene Herz ist, den Körperverhältnissen der Thiere entsprechend, beträchtlich in die Länge gedehnt und wird nach mehrfachen Angaben, unter denen die von Newport**) die belangreichsten sind, in (8) Kammern getheilt***), welche in regelmässigen Abständen durch seitliche

Fig. 61. Circulationsapparat einer Spinne. *a.* Kammern des Rückengefässes. *b.* Muskeln desselben. *c.* Vordere, in den Cephalothorax tretende Arterie. *d.* Seitliche Aeste derselben. *e.* Hintere Arterien.

*) Nach Leydig sind bei *Lycosa* 2 venöse Ostien vorhanden, sowie vom Herzen 3 Arterienpaare nach rückwärts abgehen. Eine vordere Arterie fehlt, und ebenso eine gabelformige Theilung am hinteren Herzende. — Schon nach Treviranus sind ausser 4 grösseren bogenförmigen Arterien noch kleinere Seitengefasse vorhanden.) Von Anderen (Audouin und Wasmann) werden noch besondere Venen angegeben, welche das Blut von den Athemorganen in das Herz zurückführen sollen.

**) Die Untersuchungen Newport's sind auch für das Nervensystem der Scorpione von Bedeutung. Vergl. *On the Structura, relations and development in Myriapoda and macrourous Arachnida Philos. Transact.* 1843.

***) Von Léon Dufour wird einer solchen Theilung des Herzens widersprochen; dasselbe wird vielmehr als ein ungetheilter Schlauch beschrieben, an welchem erst mit dem Tode des Thieres der Schein einer Kammerbildung durch eintretende partielle Contraction sichtbar werden soll. (*Ann. des sc. nat. Série III. Tom. XVI. p.* 251.) — Die Ursache dieser Erscheinung ist wohl vorzüglich in den Flügelmuskeln zu suchen. Der Umstand, dass für jede Abtheilung des Herzens ein Paar der letzteren trifft, sowie jede Herzabtheilung auch mit einem Paare venöser Ostien versehen ist, spricht mit Entschiedenheit dafür, dass die Auffassung dieser dadurch gebildeten hinter einander folgenden Abschnitte als ebensoviele Kammern, und ihre Vergleichung mit den Kammern des Insectenherzens keineswegs so irrig ist, wie Léon Dufour zu glauben scheint.

Muskeln (Flügelmuskeln) befestigt sind*). In jede dieser Kammern führt ein Paar dem Rücken zugewendeter Spalten (venöse Ostien), die durch nach innen vorspringende Klappen verschliessbar sind. Vorne wie hinten gehen arterielle Gefässe als directe Verlängerungen des Herzens ab, wovon das vordere Gefäss in den Cephalothorax eintritt und sich als Kopfarterie verhält, indess das hintere zum Schwanze verläuft. Ausserdem entspringt noch eine Anzahl Arterien von den Seiten und vertheilt sich an die benachbarten Organe. Von den zahlreichen, der Kopfarterie entstammenden Aesten stellen zwei einen den Oesophagus umgebenden Gefässring dar, von welchem sich eine rücklaufende Arterie (*Arteria supraspinalis*) auf dem Bauchmark bis zu dessen Ende hin unter Abgabe reichlicher Zweige erstreckt. Das Verhalten der feineren Arterienzweige ist nicht genau ermittelt, und es ist ebenso noch ungewiss, ob ein theilweise lacunärer Kreislauf existirt, das Capillar- und Venensystem ersetzend, oder ob die Arterien in ein Capillarnetz sich auflösen, aus welchem dann Venen hervorgehen. Nach Newport soll Letzteres der Fall sein; jedenfalls ist aber sicher, dass das venöse Blut sich ganz ähnlich wie bei den höheren Crustaceen in einem der Bauchfläche dicht aufliegenden Behälter sammelt und von diesem aus zu den Athemorganen geführt wird. Ehe das Blut von den Athemorganen in das Herz gelangt, passirt es einen Sinus, der sich ebenso wie jener der Crustaceen verhält. Von der zu den Athemorganen gehenden und aus ihnen kommenden Blutbahn ist das Vorkommen besonderer Wandungen noch nicht mit Bestimmtheit ermittelt; doch dürfte man aus dem Vorhandensein eines vollständigen Pericardialsinus auch auf in ihn einmündende Gefässe schliessen.

Das lange, canalartige Herz der Myriapoden dehnt sich in der ganzen Körperlänge aus und zeigt eine reichliche Bildung von Kammern, die durch Klappenvorrichtungen von einander geschieden sind und je ein Paar seitliche venöse Ostien besitzen. Aehnliche graduelle Entwicklungsverschiedenheiten laufen jedoch auch hier mit unter und drücken sich sowohl in der Zahl der Kammern, als in der Ausbildung des arteriellen Systemes aus. Venöse Ostien sind bei den Juliden gegen 100 vorhanden. Eine geringere Zahl besitzen die Scolopendriden, die in der Ausbildung des Arteriensystemes am höchsten stehen. Es entspringen nämlich von jeder Abtheilung des Herzens paarige Arterienstämme, die für die betreffenden Körpersegmente bestimmt sind. Aus der vordersten Kammer gehen 3 Stämme hervor, deren mittlerer sich im Kopfsegmente verbreitet, während die beiden seitlichen den Oesophagus schlundringartig umfassen. Aus ihrer Vereinigung geht ein grösserer,

*) Die Rolle dieser auch bei den Insecten vorkommenden Muskeln ist eine beim Kreislaufe direct theilnehmende: Es sind die Erweiterer des Herzens. Indem sie den bei der Diastole erschlafften Herzschlauch auseinander ziehen, öffnen sie zugleich die venösen Ostien, und wirken somit antagonistisch der Musculatur der Herzwandungen.

dem Bauchmarke aufliegender Stamm, ähnlich wie bei den Scorpionen, hervor, der bis zum letzten Ganglion der Bauchkette verläuft und zahlreiche, zum Theile sogar die vom Bauchmarke entspringenden Nervenstämme begleitende Aeste absendet. Von einem Venensysteme scheint keine Spur vorhanden zu sein, und indem auch ein besonderer Pericardialsinus fehlt, so bildet das Gefässsystem der Myriapoden die Vermittelung zwischen jenem der Scorpione und der Insecten, in welchen die Degradation des gesammten Circulationsapparates eine noch tiefere Stufe erreicht.

Bei den Insecten erstreckt sich das schlauchförmige Herz (welches auch als Rückengefäss, *vas dorsale*, bekannt ist), nur auf das Abdomen, dessen Rückentheil es durch Flügelmuskeln (Fig. 62. *m.*) angeheftet ist. Vorne setzt sich der Herzschlauch in eine kurze Arterie (*a*) fort, die man nicht unrichtig als Aorta bezeichnet, weil durch sie das gesammte vom Herzen aus dem Kreislaufe übergebene Blut hindurchströmt. Es gelangt das Blut einfach aus der Aorta in die Leibeshöhle, und nur in seltneren Fällen sind an der Aorta, die sich dann durch den Thorax bis in den Kopftheil des Thieres erstreckt, noch gabelige Theilungen beobachtet. In der Regel scheint die Aorta mit einfacher Mündung zu enden. Doch liegen auch solche Angaben vor, aus denen eine Fortsetzung der Aorta in ein auf dem Bauchnervenstrange verlaufendes Blutgefäss wenigstens bei einigen wahrscheinlich wird*), so dass also auch hier für die Erforschung und Feststellung vieler Thatsachen ein neues Feld sich eröffnet. Der Zahl der Flügelmuskeln entsprechend ist das Herz durch äusserliche Einschnürungen und Ausbuchtungen in eine Anzahl von Kammern getheilt, und nur die Larven gewisser Hautflügler und Zweiflügler machen hiervon eine Ausnahme, indem ihr Rückengefäss eine völlig glatte Oberfläche besitzt. Die Schwankungen in der Zahl der Kammern oder Herzabschnitte sind nicht sehr bedeutend und die grösste Mehrzahl der Insecten zeigt das Herz in 8 Kammern zerfällt, deren Umfang von hinten nach vorne allmählich zunimmt**). Ausser den Flügelmus-

Fig. 62.



Fig. 62. Rückengefäss. — Herz von *Melolontha*. *a*. Die nach vorne in den Thorax abgehende Aorte. *m, m*. die seitlich dem Herzen ansitzenden sogenannten Flugelmuskeln.

*) Dies bei Schmetterlingen schon von *Treviranus* erkannte von Newport speciell bei *Sphinx ligustri* nachgewiesene Bauchgefäss würde die Circulation der Insecten mit jenen der Myriapoden in grösseren Einklang bringen.

**) Häufig sind es deren weniger als 8. So sind die Larven von *Calosoma* nach Burmeister mit einem nur vierkammerigen Herzen versehen, und 7 zeigen *Lucanus* und *Dytiscus*. Selten sind 9 Kammern unterscheidbar, wie bei den Poduriden. — Das Rückengefäss der Insecten wurde bisher an seinem hinteren Ende all-

keln sind es noch die seitlich am Herzen befindlichen Spaltöffnungen, welche durch ihre nach innen vorspringenden Klappen die Kammerbildung influenziren. Diese seitlichen Ostien dienen zur Aufnahme des Blutes, welches dann durch die Contractionen der Herzwandungen von Kammer zu Kammer nach vorne bewegt wird. Die membranösen, halbmondförmigen Klappen an jenen Seitenöffnungen sind hier unter allen Arthropoden am meisten entwickelt*), so dass sie bei ihrer Relaxation bis nahe an die Medianlinie in den Herzschlauch sich umschlagen und dadurch während jeder Diastole einer Kammer zugleich einen Abschluss derselben gegen die nächstliegende Kammer bewirken und so ein Rückströmen des Blutes von vorne nach hinten erschweren.

Das aus dem Herzen resp. den Arterien entleerte Blut gelangt sogleich in die weiten Räume des Körpers und strömt hier in wandungsloser Bahn, d. h. auf jenen Wegen, die ihm von den Interstitien der übrigen Organe gelassen werden. Es sind diese Räume somit weiten Blutsinussen vergleichbar, die sämmtlich unter einander zusammenhängen, und die sich noch in die Gliedmaassen (Flügel und Füsse) als enge Hohlräume fortsetzen. Die Blutströmung erscheint aber trotz des Mangels besonderer Gefässe als eine geregelte, indem sich selbst in den Abdomen constante Ströme bilden**).

Die Blutflüsssigkeit der Arthropoden ist in der Regel farblos, nur bei einigen Insecten erscheint sie grünlich oder roth gefärbt, was wiederum nur von der Färbung des Plasma herrührt, die geformten Bestandtheile des Blutes sind immer ungefärbt. Sie werden durch einfache Zellen von sehr veränderlicher Form und Grösse dargestellt. Die Blutzellen der Insecten sind häufig durch ihren Reichthum an feinen Fettmolecülen ausgezeichnet, dürfen jedoch mit den oftmals gleichfalls freien Zellen der Fettkörper nicht verwechselt werden.

c) Von den Athmungsorganen.

Der Athmungsorgane entbehrt eine nur geringe Anzahl von Gliederthieren; es sind dies zum grössten Theil solche, die im Wasser leben,

gemein als geschlossen angenommen, bis Leydig bei *Corethra plumicornis* eine breite Spalte am hintern Ende nachwies. Dies kann jedoch nur als ausnahmsweises Verhalten gelten, denn bei anderen Dipteren-Larven habe ich das hintere Herzende in ganz bestimmter Weise geschlossen gesehen..

*) Bei einzelnen Insecten kommen ausser diesen, für die einzelnen Kammern typischen Klappenbildungen noch besondere alternirend stehende vor, wie Leydig an der Larve von *Corethra plumicornis* gezeigt hat.

**) Ueber den Blutkreislauf der Insecten ist vor einiger Zeit eine neue Theorie von Blanchard ausgegangen, der zufolge in den Wänden der Tracheen Blut führende Räume — Gefässe — vorhanden wären, die mit dem Herzen in Verbindung ständen und oft einen geschlossenen Kreislauf herstellten. Es ist aber von dieser Darstellung sammt den damit in Verbindung stehenden Annahmen keine einzige zu bestätigen gewesen.

bei denen also wohl die gesammte Körperfläche, oder einzelne durch dünne Integumente sich auszeichnende Theile derselben, die Respiration vermitteln können. Hierher gehören vor Allem die Räderthiere, bei welchen nicht allein durch die äussere Chitinhülle hindurch ein Gasaustausch möglich ist, sondern auch eine andere Einrichtung die Athmung begünstigt. Es ist dies der Eintritt von Wassser in die Leibeshöhle*), welches entweder durch besondere directe Oeffnungen, oder vielleicht auch durch ein später (bei den Excretionsorganen) zu erwähnendes Canalsystem dorthin gelangt und sich mit der ernährenden Flüssigkeit vermischt. Es vermag das Wasser auf diese Weise, alle Organe umspülend, die Athmung direct an letzteren selbst zu vollziehen.

Von den niederen, der Athmungsorgane entbehrenden Crustaceen sind die parasitischen Entomostraken anzuführen, und von da an haben wir in jeder grösseren Abtheilung einzelne Gruppen, bei denen kein concretes Athmungsorgan nachweisbar ist und also die ganze Oberfläche des Körpers die Athmung vollziehend gedacht werden muss. Unter den Spinnen gehören nur manche Milben, die Tardigraden und Pycnogoniden hierher.

Die Organe der Athmung sind bei den Arthropoden nach zwei wesentlich verschiedenen Typen gebildet, welche zugleich mit einer Verschiedenheit der Function der Athmung begleitet sind. Die eine Reihe dieser Organe trifft sich bei jenen Gliederthieren, welche für das Leben im Wasser bestimmt sind (Crustaceen). Die Respiration wird durch »Kiemen« vermittelt. Die andere Reihe besteht in einem, im Innern des Körpers sich vielfach verzweigenden Röhrensysteme, welches mit der Aussenwelt communicirt und sich von hier aus mit Luft füllt. Es sind dies die »Tracheen.« Wir finden sie bei den vorzugsweise das Land bewohnenden Arthropoden (Arachniden**), Myriapoden und Insecten). Die wesentlichste allgemeine Verschiedenheit beider Systeme besteht nur in Folgendem. Während die Kiemen nur an gewissen, oft sehr beschränkten, oft auch ausgedehnteren Stellen des Körpers vorkommen, immer aber den Austausch der Gase zwischen Blutflüssigkeit und umgebenden Medien an abgegränzte Localitäten gebunden darstellen, ist beim vollkommen ausgebildeten Tracheensysteme dieser Austausch im ganzen Körper möglich, und alle einzelnen von Tracheen umsponnenen Organe können diesen Process vollziehen. Die Athmung durch ein Tracheensystem kommt somit jener Athmung gleich, wie sie durch

*) Die Communication der Leibeshöhle mit dem umgebenden Medium und ihre Füllung mit demselben erklärt die Erscheinung, dass die Räderthiere nach plötzlichem Zusammenschnellen, wobei sie in ihrem Volumen eine beträchtliche Reduction erleiden, sich ebenso rasch wieder ausstrecken und dabei wieder zu ihrem früheren Umfange kommen können.

**) Mit Ausnahme der im Meere lebenden Pycnogoniden, bei denen die Respiration durch das gesammte Integument vermittelt werden muss, und mit jenen der niederen Crustaceen zu vergleichen ist.

die Wassereinfuhr in den Körper bei vielen anderen Wirbellosen (z. B. Coelenteraten, Echinodermen, Würmer und auch vielen Mollusken) zum Theile wenigstens vermittelt wird. Im eigentlich physiologischen Acte sind aber Tracheen- und Kiemenathmung nicht verschieden, denn beide nehmen den Sauerstoff auf und geben andere Gase dafür ab; es ist auch in beiden die Luft, welche Gase abgibt und empfängt, denn auch bei den im Wasser (durch Kiemen) athmenden Thieren ist es nicht eigentlich das Wasser, sondern die in demselben enthaltene Luft, welcher der Sauerstoff durch die Athmung entzogen wird, und welche Kohlensäure dafür empfängt.

Die Betrachtung des Baues dieser Organe zeigt, dass zwischen beiden keinerlei Homologie besteht; es sind beide morphologisch getrennte Bildungen, die sich ebenso zu einander verhalten, wie Kiemen und Lungen bei Wirbelthieren, und die, wie auch dort, die Kiemenathmung als die niedriger stehende Form des Respirationsprocesses erkennen lassen.

Als Kiemen erscheinen bei den Crustaceen paarige Anhangsgebilde der Körpersegmente; sie stellen sich dar bald als modificirte Gliedmaassen (Füsse), bald wieder als Abschnitte oder Theile der Füsse, bald endlich erscheinen sie als selbständige Gebilde, entweder noch mit den Füssen, namentlich deren Basaltheil, in Verbindung, oder unabhängig von den Locomotionsorganen an andere Theile des Körpers befestigt. Sie zeigen in diesem letzten Falle, der zugleich die höchste Stufe der Entwicklung ausdrückt, immer noch einen, wenn auch nicht mehr ganz deutlichen Zusammenhang mit den Gliedmaassen, indem sie wenigstens über dieselben und genau ihnen entsprechend inserirt sind. Die vergleichende Betrachtung der Gliedmaassen, nicht allein jener der Gliederthiere, sondern auch die der Würmer, hat uns schon früher einmal dahin geführt, in den rudimentären Fussbildungen der letzterwähnten Thiere die Homologa zu den entwickelten Gliedmaassen der Arthropoden zu erkennen, und bei dieser Gelegenheit wurden zugleich auch die mit den Fussstummeln der Würmer verbundenen Kiemen mit jenen der Crustaceen verglichen, und gezeigt, wie in beiden Fällen das Athemorgan theils aus, theils an den Gliedmaassen sich bildet und auch von ihr aus gegen den Rücken des Thieres zu sich entfernen kann. In allen Formen der Kiemenbildungen, wie wir sie bei den Crustaceen antreffen, finden wir nur Modificationen dieser eben ausgesprochenen Erscheinung. Die allmähliche Ausbildung der Kiemenorgane lässt sich von Stufe zu Stufe durch die ganze Reihe der Crustenthiere verfolgen, und es sind die Functionen der Athmung und der Ortsbewegung häufig so innig mit einander verbunden, dass es oft schwer ist zu entscheiden, ob gewisse Formen der paarigen Körperanhänge als Kiemen oder als Füsse oder als beides zugleich gelten müssen. Nicht selten ist diese Umwandlung der Locomotionsorgane in Athemwerkzeuge in der Reihenfolge der Gliedmaassen eines und desselben Individuums wahrnehmbar. Die Körpersegmente, an denen Kiemenbildungen auftreten, sind sehr ver-

schiedene, so dass man wohl sagen kann, die Gliedmaassen eines jeden Segmentes, vielleicht mit einziger Ausnahme der ersten, den Mund umgebenden, seien befähigt, entweder für sich Kiemen vorzustellen, oder als Träger besonderer Kiemengebilde zu erscheinen. Wie der Ort, so wechselt auch Zahl und Bildung der Kiemenorgane.

Bezüglich der Formen finden wir flächenartig ausgebreitete, blattförmige Kiemenbildungen in jenen Fällen, wo die Füsse selbst zu Kiemen umgewandelt sind. Es sind dann immer die Endglieder der Körperanhänge, welche diese Form besitzen, und deren breite Oberflächen die Wechselwirkung zwischen dem enthaltenen Blute und dem umgebenden Wasser vermitteln. Derartige Organe besitzen manche parasitisch lebende Entomostraken, z. B. *Caligus**), ohne dass sie jedoch hier eine bedeutende Ausdehnung hätten. — *Argulus* ist mit einem Paare zum Theile verwachsener Kiemenblättchen versehen, welche das hintere Ende des Körpers einnehmen. Bei den übrigen Branchiopoden sind zumeist sämmtliche Füsse, mit Ausnahme der vordersten, blattförmig gestaltet und überdiess noch mit dünnhäutigen Anhängen versehen. Dies ist am meisten bei den Phyllopoden der Fall, zu welchen *Argulus* und die mit wenigen Kiemenfusspaaren versehenen Daphniden den Uebergang bildet. Hieran reihen sich die Amphipoden, bei denen die vorderen Füsse an ihrer Basis Kiemenblättchen tragen, während ähnliche Gebilde bei den im Wasser lebenden Isopoden auf den letzten fünf Afterfusspaaren angebracht sind und von den gleichfalls abgeplatteten Afterfüssen bedeckt werden. Eine reichliche Anzahl von flachen übereinander gelagerten Kiemenblättern setzt je eine Kieme bei den Poecilopoden zusammen, und es sind auch hier wieder die platten Afterfüsse, welche, paarweise eine Strecke weit unter einander verwachsen, die an ihnen befestigten Kiemen überdecken. Büschelförmig vereinigte Kiemen treten bei den Stomapoden und Decapoden auf. In den ersteren treffen wir sie an der Hinterseite der fünf platten Fusspaare des Abdomens, wie dies ähnlich bei den Poecilopoden, und auch bei den einfacheren Kiemenbildungen der Asseln der Fall war. Es dienen aber diese Füsse der Stomapoden noch als Ruderorgane. Die Kiemenentwicklung der Decapoden zeigt alle Uebergänge von den einfachsten zu den complicirtesten Verhältnissen; in den niederen Abtheilungen finden sich nur morphologische Aequivalente von Kiemen in unansehnlichen Anhängen der Füsse (z. B. Phyllosomen). Solche Anhänge der Basalglieder der Füsse gehen dann allmählich durch reichere Blättchenbildung oder vielfältige Verästelung in höhere Kiemenbildungen über, an denen die Athemfunction ausschliesslich vollzogen wird. Ueber diese Kiemen wölbt sich mehr oder minder vollständig der seitliche Theil des Cephalothorax und führt zur Bildung einer Kiemenhöhle. Diese steht durch eine grös-

*) Manchen Siphonostomen sitzen blattförmige Anhänge zu mehreren Paaren auf dem Rücken (*Euryphora*), anderen sind sie an die Füsse befestigt (*Phyllophora*).

sere vom Cephalothoraxrande und der Basis der Füsse begränzte Spalte mit dem umgebenden Medium in Verbindung und besitzt auch noch eine weiter nach vorne gelegene kleinere Oeffnung, durch welche das durch die grössere eingetretene Wasser, nachdem es die Kiemen bespült hat, wieder nach aussen gelangt. Es können die Kiemen sich theilweise von der Fussbasis entfernen und sind dann an die Wand der Kiemenhöhle befestigt, entsprechen aber dann noch häufig in ihrer Zahl den Gliedmaassen. Bei den meisten Decapoden ist jedoch die Zahl der Kiemen beträchtlich vermehrt, indem die vordersten Fusspaare mit mehreren Kiemen versehen sind und überdies noch einige Paare der Kieferfüsse an dieser Einrichtung participiren.

Ein rascherer Wasserwechsel um den Kiemenapparat wird auf sehr mannichfaltige Weise bewerkstelligt. Am einfachsten sind diese Verhältnisse da, wo die Körperanhänge selbst als Kiemen functioniren, oder wo die Kiemen, wenn auch als besondere Organe, den Schwimmfüssen angeheftet sind. Es ist hier einfach die Bewegung der Gliedmaassen, welche einen beständigen Strudel und dadurch einen steten Wasserwechsel um die Organe hervorruft. So wird die Respiration mit der Ortsbewegung in directe Beziehung gebracht. Die Gliedmaassen der Branchiopoden und die Schwimmfüsse der Stomapoden können als Beispiele für diese Einrichtung angeführt werden. Bei anderen besorgt den Wasserwechsel ein besonderer aus den modificirten Afterfüssen gebildeter Deckapparat der Kiemen, wie dies bei den Poecilopoden und Asseln der Fall ist. Es ist auch im ruhenden Zustande der Thiere durch die stete Bewegung dieser Deckplatten eine beständige Erneuerung des Wassers ermöglicht. Bei den Cirripedien sind es die zu eigenthümlichen, rankenartigen Gebilden metamorphosirten Gliedmaassen (vergl. Fig. 50. *b.*) des Postabdomens, von denen der Wasserwechsel besorgt wird. Bei jenen Decapoden, deren Kiemen in eine besondere Höhle eingeschlossen sind, besteht jederseits ein besonderes Strudelorgan (*Flagellum*), (Fig. 63. *f.*), welches über sämmtliche Kiemen als ein schmaler und dünner Fortsatz sich hinweg erstreckt und an die Basis eines Kieferfusses geheftet, von diesem in beständige Bewegung gesetzt wird (Brachyuren) *).

Fig. 63.

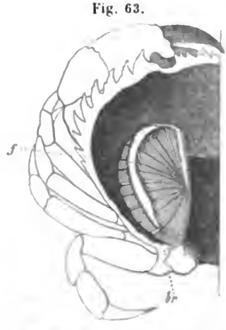


Fig. 63. Kiemen von *Cancer pagurus*. Die Rückenschale weggenommen, Eingeweide entfernt, Kiemenhöhle geöffnet. *br.* Kiemen. *f.* Geisselartiger Strudelapparat.

*) Ausser den eben angeführten hauptsächlichsten Formen der Kiemen-Athmungsorgane sind bei gewissen Crustaceen-Gruppen noch andere, entweder

Von der im Wasser vor sich gehenden Kiemenathmung zu der Luftathmung der Insecten zeigen die landbewohnenden unter den Isopoden einen interessanten Uebergang. Es sind nämlich zwei der zu Kiemendeckeln modificirten Gliedmaassenpaare am Postabdomen mit verzweigten Höhlungen versehen, welche mit Luft gefüllt werden können. Diese bildet in ihrer feinen Vertheilung in der Regel eine weisse Zeichnung, wodurch jene Blättchen von den übrigen leicht unterschieden werden. Dessen ungeachtet müssen diese Anhänge der Landasseln morphologisch den wirklichen Kiemen der Crustenthiere an die Seite gestellt werden.

Die zweite Formenreihe der Athemorgane bilden die Tracheen. Sie stellen im Körper der Arachniden, Myriapoden und Insecten ein verschiedenartig sich verzweigendes Röhrensystem vor, welches an bestimmten Stellen nach aussen mündet und von hier mit Luft sich füllt. Der Bau der Tracheen ist im Ganzen genommen selbst in den verschiedenen Modificationen ein übereinstimmender. Sie bestehen immer aus einer äusseren Bindesubstanzschicht, die innen von einer mit dem äusseren Integumente im Zusammenhange stehenden Chitinhaut ausgekleidet wird. Es ist diese Chitinschichte die wesentlichste Bedingung der elastischen Eigenschaft der Tracheen, und es zeigen sich an ihr da, wo die Elasticität am bedeutendsten ist, beträchtliche Verdickungen, in Form eines ins Tracheenlumen vorspringenden Spiralfadens. An den sackförmigen Erweiterungen der Tracheen ist diese Verdickungsschichte unterbrochen, d. h. die Ablagerung dieser Schichten ist nur an einzelnen unzusammenhängenden Stellen erfolgt. Die äusseren Oeffnungen (*Stigmata*) der Tracheen sind paarig zu beiden Seiten des Körpers in wechselnder Zahl gelagert und können an jedem Körpersegmente vorhanden sein. Jedes Stigma stellt eine quer ovale, von ringförmiger Verdickung des äusseren Chitinscelets umgebene Spalte vor, die durch Klappenvorrichtungen geöffnet oder geschlossen werden kann. Besondere

---

nicht in jene typische Reihe gehörige, oder auch in ihrem physiologischen Werthe nicht vollständig erkannte Organe anzuführen. So sind bei den Laemodipoden an *Cyamus* zwei Paar fadenförmige Anhänge der ersten Abdominalsegmente vorhanden und können vielleicht als rudimentäre Kiemen betrachtet werden. Auch die Caprellen tragen an den ersten 2—3 Abdominalsegmenten solche rudimentäre Kiemen in Gestalt bläschenförmiger Anhänge. Die geringe Oberfläche derselben, sowie der Umstand, dass sie nur von einem einfachen Blutstrome durchzogen werden, lässt jedoch schliessen, dass sie bei der Athmung keine wichtigere Rolle spielen, als die übrigen wirklichen Füsse. Noch weniger sind mit Bestimmtheit die Athemorgane der Cirripedien erkannt, indem die an der Innenfläche des Mantels der Balaniden vorhandenen Falten zur Aufnahme der Eier dienen, somit Bruttaschen sind. Das Athemgeschäft wird daher von ihnen wohl nur theilweise vollzogen; in jedem Falle aber sind sie nicht mit den gegliederten Körperanhängen, die bei den übrigen Crustaceen als Kiemen fungiren, zusammenzustellen. Viel eher noch können die fadenförmigen Anhänge an den Füssen der Lepadiden für Homologa von Kiemen angesehen werden.

Muskeln, welche am Anfange des Tracheenstammes sich inseriren, dienen zur Bewegung der Klappen. Jeder Tracheenstamm löst sich früher oder später in einen Büschel kleinerer Aeste auf, aus denen dann wieder Zweige hervorgehen, welche die Organe mit einem dichten Netze umspinnen *). Die Art der Verzweigung und die Länge und Bildung der Aeste ist sehr verschieden, und es kann auch durch Verbindung einzelner Tracheenstämme unter einander ein längs oder quer gerichtetes Röhrensystem den Körper durchziehen und erst secundär in feinere Verzweigungen übergehen.

Das specielle Verhalten des Tracheensystemes erscheint vielfach abhängig von der Anzahl der Stigmen. Die geringste Zahl findet sich unter den Arachniden, und hier sind es die Milben und Weberspinnen, die nur ein einziges Paar aufweisen. Die ächten Spinnen sind mit zwei, die Solpugiden mit drei, die Scorpione mit vier Stigmenpaaren versehen, welche immer auf der Bauchseite des Abdomens und bei einer Gliederung desselben am ersten Segmente angebracht sind. In grösserer Zahl finden sich die Stigmen bei den Insecten, die in der Regel zwischen den einzelnen Körpersegmenten je ein Paar solcher Athemspalten aufweisen. Beständig fehlen diese nur zwischen den Verbindungen des ersten und letzten Segmentes. Sie liegen entweder an der Bauchfläche, nahe dem seitlichen Rande, oder sie entfernen sich von hier weit auf den Rücken, wie die *Stigmata* des Abdomens der Käfer. — Bei manchen im Wasser lebenden Insecten besteht eine beträchtliche Verminderung der *Stigmata*, indem nur die beiden letzten des Abdomens entwickelt sind, die dann in lange, röhrenförmige Gebilde ausgezogen erscheinen und die Luft von der Oberfläche des Wassers in das Tracheensystem einführen. Eine ähnliche Einrichtung am Hinterleibe entspringender Athemröhren ist auch bei den im Wasser oder parasitisch in Thieren lebenden Insectenlarven — aus der Ordnung der Dipteren — bekannt. Die grösste Stigmenzahl findet sich bei den Myriapoden, die in der Regel ein Paar zwischen je den einzelnen Segmenten des Körpers aufweisen. Daran schliessen sich die Larven der Käfer und Schmetterlinge. —

Die vorzüglichsten Formen, unter denen die Tracheen auftreten, sind folgende:

1) Es gehen aus einem Hauptstamme einfache, unverästelte, blindgeendigte Röhren hervor.

2) Ein Hauptstamm verästelt sich in eine verschiedene Anzahl feinerer Röhren, deren Enden in die Gewebe der Organe eindringen.

---

*) Die feinsten Enden der Tracheen gehen in der Regel in Bindesubstanz über, nicht allein an jenen Stämmen, die sich in den Fettkörper verzweigen, sondern auch bei den zu den Organen tretenden ist solches zu beobachten; sie verschmelzen dann mit jenen Bindesubstanzmassen, welche die Organe oder Organtheile umgeben, oder zwischen dieselben eindringen.

3) Im Verlaufe der Tracheenverzweigungen eines Stammes bilden sich blasige Erweiterungen, die entweder perlschnurartig hinter einander liegen oder in traubenförmige Büschel gruppirt sind.

4) Ein weiter Tracheenstamm theilt sich sehr bald nach seinem Ursprunge in eine Anzahl beträchtlich breiter und abgeplatteter Lamellen, die wie die Blätter eines Buches auf einander liegen. Es ward diese letztere Bildung lange Zeit hindurch als eine von den übrigen Tracheenformationen abweichende angesehen, und man hat sie, ein gewisses gegensätzliches Verhältniss zu den Tracheen statuirend, als »Lungen« bezeichnet*).

Bezüglich der speciellen Anordnung des Tracheensystems und seiner Vertheilung im Insectenkörper muss vor Allem angeführt werden, dass die mannichfaltigen, uns hier entgegentretenden Formen vorzüglich in Combinationen der vorhin erwähnten Umbildungen der einzelnen Tracheenstämme beruhen, sowie sich auch durch das Auftreten von Längs- und Quer-Anastomosen zwischen den einzelnen Tracheenstämmen, sei es an je einer Seite oder des gesammten Systemes, wiederum neue Formenreihen entwickeln. In jeder einzelnen Abtheilung der luftathmenden Arthropoden bilden sich gewisse allgemeine Zustände der Tracheenanordnung aus, die, wenn auch vielfacher Beugungen fähig, dennoch innerhalb der einzelnen Gruppen eine gewisse typische Form beibehalten. Wir können diese Formen in ihren Umrissen etwa folgender Weise uns vorführen:

Unter den Myriapoden treffen wir bei den Juliden unverzweigte Tracheenbüschel an, die auch unter den Arachniden noch häufig zu finden sind, denn sowohl Milben als auch eigentliche Spinnen sind damit versehen. Bei den letzteren finden sich ausserdem noch, zugleich mit den langen Tracheenröhren vorkommend, die sogenannten Lungen, die wir vorhin als blättrig gestaltete Tracheenbüschel kennen lernten. Sie entspringen von besonderen Stigmen, welche vor jenen zu den cylindrischen Tracheen führenden angebracht sind, und sind selbst bei den Spinnen nicht ohne Uebergangsformen zur cylindrischen Tracheenformation. Diesen Uebergang vermitteln unverästelte, aber platte Tracheenröhren, die nach v. Siebold's**) Angaben von einem Stigma am Hinterleibsende ihren Ursprung nehmen. Ausschliesslich mit blätterigen Tracheenbüscheln (Lungen) sind die Vogelspinnen und Scorpione versehen, die somit die Reihe der unverästelten Tracheenbildungen abschliessen, und zugleich durch ihre topische Beschränkung die in dem Wesen der Tracheeneinrichtung liegende diffuse Athmung an bestimmte Körperstellen localisiren. Die Lage der Lungen ist bei diesen Thieren

*) Vergl. R. Leuckart (in Zeitschr. für wissensch. Zoologie. Bd. I. 1849), der sie zuerst in ihrer Uebereinstimmung mit den übrigen Tracheenbildungen dargestellt hat.

**) S. dessen vergl. Anatomie p. 535.

keine von der bei den Araneen wesentlich verschiedene. Bei den Scorpionen sind acht zu Paaren gruppirter Lungen an den vier ersten Hinterleibssegmenten angebracht. Vier treffen wir bei den Vogelspinnen und Geisselscorpionen (vergl. Fig. 53. *tr.*) in ähnlicher Lage.

Verästelte Tracheenbüschel sind unter den Spinnenthieren nur bei den Solpugiden und Opilioniden vorhanden, indess wir unter den Myriapoden die Scolopendriden für diese Tracheenform anzuführen haben. Bei der letzterwähnten Familie wird durch das Vorkommen von Commissuren zwischen den einzelnen Büscheln eine höhere, einheitlichere Bildung des Tracheensystems ausgesprochen, die uns zu jenem der Insecten führt.

Als typische Form stellt sich das Tracheensystem in der Classe der Insecten aus einer Anzahl seitlich entspringender Büschel dar, die sich reichlich an die Organe verzweigen, und an denen jeder Stamm durch eine Quercommissur mit dem correspondirenden der anderen Körperhälfte, sowie noch durch Längscommissuren mit dem nächstvorgehenden oder nachfolgenden in Verbindung gesetzt wird. Wenn wir von dieser allgemeinen Anordnung ausgehen, die uns bei den meisten unentwickelten Zuständen*) und bei manchen auch im ausgebildeten Zustande flügellosen Formen der Insecten entgegentritt, so können wir die vielfältigen Formerscheinungen in den einzelnen Insectenordnungen theils durch übermässige Ausbildung des einen Abschnittes, theils durch rudimentäre Bildung oder gänzliche Verkümmerung des anderen entstanden uns vorstellen**). Durch eine ausgezeichnete Erweiterung der zwischen den einzelnen Stigmen verlaufenden Längscommissuren bilden sich zwei Hauptstämme, welche verschieden mächtige Luftcanäle darstellen, während die Querverbindungen, gegen jene gehalten, nur wenig entwickelt sind. So erhalten wir eine der vorzüglichsten Modificationen, die noch dadurch sich abgliedert, dass an den Stämmen blasig erweiterte Tracheenbüschel vorhanden sind. Die vorherrschende Ausbildung der beiden seitlichen Längsstämme ist namentlich bei den Orthopteren und Neuropteren wahrzunehmen, und ähnliche Einrichtungen zeigen auch manche Hemipteren. Eine mehr untergeordnete Rolle spielen die Längsstämme bei den Käfern, wo sie häufig jederseits doppelt vorhanden sind. Je nach der Entwicklung des Flugvermögens sind an den Tracheenbüscheln mehr oder minder dicht stehende blasenartige Erweiterungen vorhanden, die in manchen Käfern in unendlicher

*) Es machen hiervon eine Ausnahme jene Insectenlarven, welche im Wasser oder parasitisch in anderen Thieren leben. —

**) Die Tracheenstämme der Lepismiden sind unter einander nicht verbunden und erinnern so an eine Anordnung, wie sie bei den niederen Myriapoden sich findet, so dass das den Insecten in der Tracheenanordnung zu Grunde gelegte Schema für diese Apteren keine Geltung hat. Es widerspricht dies Verhalten jedoch keineswegs dem allgemeinen Plane, sondern stellt nur eine niedere, weit einfachere Entwicklungsform jenes Grundschemas vor.

Anzahl vorkommen (z. B. bei den Lamellicorniern). Eine geringere Zahl, aber eine desto beträchtlichere Grösse zeigt die Bildung der Tracheenblasen bei Schmetterlingen, Hymenopteren und Dipteren, und bei der letzteren Ordnung ist häufig ein Paar davon so bedeutend ausgebildet, dass es nicht selten den grössten Theil der Abdominalhöhle einnimmt.

Eine eigenthümliche Anordnung des Tracheensystemes findet sich, wie schon oben angedeutet, bei vielen im Wasser lebenden Larven und Puppen vor *). Die Tracheenstämme sind hier häufig nicht durch Stigmen geöffnet, sondern nach beiden Seiten mit blind geendigten Verzweigungen versehen. Da auch diese Tracheen mit Luft gefüllt sind, jedoch einer offenen Verbindung mit der Aussenwelt entbehren, so müssen sie die im Wasser enthaltene Luft abscheiden und durch ihre Verästelungen im Körper verbreiten. Es vermittelt diese Einrichtung somit den Uebergang von den übrigen im Wasser lebenden und blos den Sauerstoff der im Wasser enthaltenen Luft abscheidenden Arthropoden (Crustaceen) zu jenen, die in directer Weise die athmosphärische Luft in ihre Athemorgane einleiten. In der Anordnung dieses geschlossenen Tracheensystemes lassen sich vorzüglich drei Formen unterscheiden:

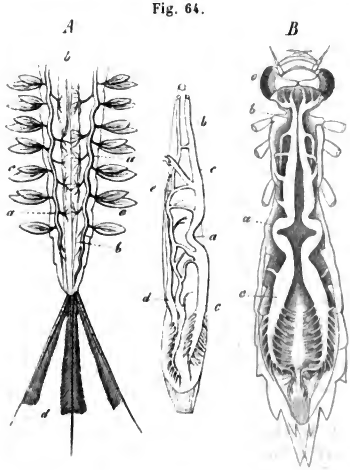
1) Es findet eine Endverzweigung der von den grösseren Tracheenstämmen kommenden Aeste überall in reichlicher Weise unter der Körperoberfläche statt, so dass also durch die Integumente hindurch der Austausch zwischen der Luft des Wassers und der Luft in den Tracheen sich einleitet. Es sind keinerlei bestimmte Stellen des Körpers vorzugsweise zu speciellen Athemorganen umgebildet. Repräsentanten dieser Einrichtung liefern manche Phryganeen und viele Mücken aus der Familie der Tipuliden (*Corethra*, *Chironomus* u. s. w.).

2) In einem anderen Falle erheben sich von der Körperoberfläche fadenförmige oder blattartige Fortsätze (Fig. 64. *A. c.*) in regelmässigen Abständen oder in Gruppen beisammensitzend, in welche Tracheen eindringen und sich namentlich bei einiger Flächenausbreitung dieser Anhänge reichlich verästeln. Man hat diese Bildung als »Tracheenkiemen« bezeichnet. Durch eine Vermehrung der Blättchen oder durch büschelförmige Gruppirung der Fäden kommt eine ansehnliche Vergrösserung der Oberfläche zu Stande, sowie auch durch die Bewegung der Blättchen ein beständiger Wechsel des um-

*) Während gewöhnlich das Vorkommen von Tracheenkiemen nur unvollkommen entwickelten Insecten zugeschrieben ward, kennen wir jetzt durch Newport auch ein geflügeltes Insect aus der Ordnung der Neuropteren (*Pteronarcys regalis*), welches sowohl am Thorax als auch am ersten Abdominalsegmente mit Büscheln feiner einfacher, aber ungegliederter Kiemenfäden versehen ist, die selbst über den Oeffnungen der *Stigmata* entspringen (*Ann. des sc. nat. Sér. III. T. I. p.* 483).

gebenden Mediums verursacht wird. Sowohl die den Athmungsprocess unterstützenden Bewegungserscheinungen als auch der allgemeine Plan dieser Tracheenkiemen erinnern an jene Verhältnisse der Respirationsorgane, wie wir sie bei den Crustenthieren trafen. Es sind die Tracheenkiemen fadenförmige Anhänge der hintern Körpersegmente der Sialiden-Larven*), sowie der unentwickelten Zustände der Phryganeen. Am ausgezeichnetsten sind die meist blattförmigen Tracheenkiemen, die an den ersten Segmenten des Abdomens der Ephemeriden-Larven angebracht sind.

Fig. 64.



3) Während die Athmung in den beiden vorhergehenden Formen vorzüglich an der Aussenfläche des Körpers vollzogen ward, so kommt bei den Larven der Libelluliden eine innere Kiementracheen-Athmung vor, die vielleicht als die merkwürdigste Anordnung unter allen Respirationsapparaten der Arthropoden sich darstellt. Es bestehen nämlich im letzten Darmabschnitte (*Rectum*) zahlreiche blattartige Vorsprünge in Längsreihen geord-

Fig. 64. *A*. Hintertheil des Körpers der Larve von *Ephemera vulgata*. *a*. Längstracheenstämme. *b*. Darmcanal. *c*. Tracheenkiemen. *d*. Gefiederte Schwanzanhänge.

B. Larve von *Aeschna grandis*. Obere Körperdecke mit dem Herzen abgenommen. *a*. Obere Längstracheenstämme. *b*. Vorderes Ende derselben. *c*. Hinterer auf dem Rrectum sich vertheilender Abschnitt. *o*. Augen.

C. Darmcanal mit den Tracheenstämmen von der Seite. *a, b, c*. wie in *B*. *d*. Unterer seitlicher Tracheenstamm. *e*. Communication mit dem oberen Stamme (nach Suckow).

*) Auf jedes der Abdominalsegmente trifft ein Paar dieser Anhänge, die deutlich gegliedert erscheinen, und morphologisch auf eine Gliedmaassenbildung zurückführbar sind. — Auch die übrigen Tracheen-Kiemen (der Ephemeriden u. a.) müssen in solcher Weise gedeutet werden.

net, in welchen die aus den beiden grossen Seitenstämmen (Fig. 64. *B. c.*) des Tracheensystems kommenden Aeste ausserordentlich reiche und feine Verzweigungen darstellen. Durch die Bewegungen des Enddarmes, der an seiner Oeffnung mit einem Klappenapparate versehen ist, werden die Tracheenkiemenblätter beständig von eingepumpten Wasser beströmt und so die Athmung unterhalten. Das Oeffnen und Schliessen des Afters geht fast rhythmisch von Statten und lässt das Aus- und Einströmen des Wassers mit einer gewissen Energie vor sich gehen *).

d) Von den Excretionsorganen.

Die Reihe dieser Organe gehört unter den Arthropoden zu den am wenigsten erforschten, indem es schwer ist, nicht allein die functionelle Deutung einzelner wohl hierher gehöriger Gebilde zu bestimmen, aber auch deshalb, weil in den verschiedenen Classen mehrfache Organe bestehen, welche unter sich nicht durch ein morphologisches Band der Uebereinstimmung verknüpft sind. Es ist vor Allem nothwendig, die Qualität der bezüglichen Ausscheidungen festgestellt zu wissen, und dies ist kaum für einige der in Betracht kommenden Organe geschehen. — Von jenen Ausscheideorganen, welche sich durch ihre Function an die harnabsondernden (Nieren) der höheren Thiere anreihen oder doch mindestens sich mit diesen vergleichen lassen, sind bis jetzt zwei Grundformen unterscheidbar geworden. Die eine davon wird durch Canalbildungen oder durch Drüsenschläuche characterisirt, die gesondert vom Darmcanale ausmünden. Die andere, ebenfalls drüsige Canäle darstellend, steht in inniger Beziehung mit den Verdauungsorganen, von denen sie gleichsam Anhänge bildet, und in deren letzten Abschnitt ihre Ausführgänge einmünden. Für die einzelnen Arthropodenclassen vertheilen sich diese Organe, wie folgt:

Die Räderthiere lassen eine doppelte Bildung von Excretionsorganen erkennen, wovon die eine an den Typus der meisten übrigen Arthropoden, die andere an einen niederern, jenen der Würmer, sich anreiht, so dass auch hieraus erkannt werden kann, wie diese Thiere gleichsam an der Grenzmarke zwischen zwei grossen Abtheilungen des

---

*) Eine solche Darmathmung steht keineswegs vereinzelt da, und es ist nur das Hinzukommen eines besonderen Luft führenden Canalsystemes — der Tracheen — wodurch der vorliegende Fall von jenen besonders bei den Mollusken beobachteten sich auszeichnet. —

Von Lereboullet ist das Einströmen von Wasser in den Darm verschiedener Crustaceen beobachtet (bei *Astacus, Limnadia, Daphnia*), und zwar kommt es hier nach einem gewissen Rhythmus zu Stande. — Ueber den Bau der inneren Kiemenapparate und ihren Beziehungen zum Tracheensysteme ist vor Allem zu vergleichen: Léon Dufour, *Observations sur les larves des libellules in Ann. des sc. nat. Sér. III. Tom. XVII.*

Thierreiches stehen. Erstlich sind alle Räderthiere mit einem Canalsystem versehen, welches sich aus zwei grossen Stämmen (Fig. 65. *c.*) zusammensetzt und durch seitliche Zweige in der Regel offen in die Leibeshöhle ausmündet. Die beiden Hauptcanäle, die sich vielfach schlängeln, ja sogar Convolute darstellen können, vereinigen sich entweder an der Cloake und öffnen sich durch diese nach aussen, oder sie gehen vorher in eine contractile Blase (Fig. 65. *v.*) über, die man, das ganze Canalsystem nur für einen Wassergefässapparat ansehend und ihm damit eine ausschliesslich respiratorische Function zuschreibend, als Respirationsblase bezeichnet hat. Sowohl die inneren Mündungen der Canalverzweigungen, als auch das Lumen der beiden Hauptstämme ist von Stelle zu Stelle mit langen, oft geisselförmigen Wimperhaaren besetzt, die eine zitternde Bewegung äussern. Die Wände selbst geben eine exquisit drüsige Beschaffenheit zu erkennen, die entweder über die gesammte Länge eines Canals sich ausdehnt oder auf bestimmte Abschnitte beschränkt erscheint. Die Uebereinstimmung dieser Organe mit den entsprechenden der Würmer ist nach allen Richtungen hin vollständig; wir sehen hier wie dort in den Wandungen besondere Stoffe ausgeschieden, und hier wie dort ist es die in der Leibeshöhle befindliche Flüssigkeit, welche das Material zu diesen Excretionen liefert. Die Bewimperung der Canäle und die Contractilität des vor der Ausmündung gelegenen Endabschnittes sind zwei in beiden Fällen vorkommende Factoren, durch welche auf eine Entleerung der Canäle eingewirkt werden kann. Da aber auch bei den Würmern mit einer ganz ähnlichen Einrichtung des Excretionsapparates sich die Aufnahme von Wasser zu combiniren scheint, so ist auch hier bei den Räderthieren die physiologische Bedeutung nicht blos nach einer Richtung hin aufzufassen, und wenn auch zu einer definitiven Feststellung der Thätigkeit dieser und ähnlicher Organe die bis jetzt gemachten Beobachtungen nicht ausreichen, so ist doch vorläufig noch an einer doppelten Function dieser Organe festzuhalten: Ausscheidung eines dem Nierensecrete höherer Thiere analogen Stoffes, und Besorgung eines Wasserwechsels. (Ueber

Fig. 65.

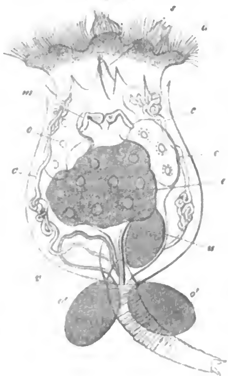


Fig. 65. Organisation eines *Brachionus*. *a*. Wimpernde Kopfscheibe. *s*. Sipho. *m*. Kauorgane. *e*. Drüsenkrug am Magen. *o*. Ovarium. *u*. Uterus, ein Ei bergend. *o'*. Eier, an der Basis des Schwanzes befestigt. *c*. Excretionscanäle. *v*. Contractile Endblase.

das Letztere vergl. oben in den Abschnitten über Respiration und Circulation.)

Auf eine zweite, in ihrer Bedeutung aber bestimmter ausgesprochene, allein in der Verbreitung unter den einzelnen Räderthiergattungen noch wenig bekannte Form von Excretionsorganen findet sich in dem ersten Jugendzustande vor. Es sind nämlich um das Ende des Darmcanals gelagerte concrementhaltige Zellen bekannt geworden, die ihren Inhalt in den Darm treten und dort sich ansammeln lassen. Obgleich dieser Vorgang nur auf eine kurze Periode des Entwicklungslebens beschränkt und die ganze Bildung nur eine vorübergehende ist, so muss ihr doch hier ein Platz gegeben werden, da wir in ihr merkwürdige Homologien mit anderen bleibenden Organen erkennen. Es sind dies jene Organe, welche bei den höheren Arthropoden zu einer vollständigen Entwicklung gelangen*).

Unter den Crustaceen ist bis jetzt nur bei den Larven von Cyclopen ein dem vorigen, wie es scheint, homologes Organ erkannt. Es kommt auch diesem keine bleibende Rolle zu. Aber aus den vorhin auseinandergesetzten Gründen ist es uns zur Herstellung eines allgemeinen Bildes der Entwicklungsreihe von Excretionsorganen von nicht minderer Wichtigkeit. Die übrigen Crustaceen haben keinerlei Organe auffinden lassen, welche man mit einiger Bestimmtheit in die Reihe der mit dem Darmcanale verbundenen aufnehmen könnte, wenn nicht die bei einigen Decapoden in den Darmcanal einmündenden Blindschläuche sich vielleicht als solche Organe ergeben**). Mit grösserer Wahrschein-

---

*) Es sind diese Organe schon von Ehrenberg erkannt worden, der sie jedoch allgemeiner als drüsige Körper bezeichnet, ohne über ihre Bedeutung sich näher zu äussern. Er sah sie bei *Lacinularia*, *Stephanoceros*, *Floscularia*, *Notommata* u. s. w. Den physiologischen Werth dieser Larvenorgane hat Leydig wohl in das richtige Licht gesetzt, indem er sie als Excretionsorgane, die in ihren Zellen enthaltenen festen Bildungen als Harnconcremente auffasst. Er knüpft daran die Vorstellung, »dass die Ansammlung des Harnes im Endstück des Darmes in ähnlicher Weise erfolgt, wie bei Insecten mit vollständiger Metamorphose in der Zeit des Puppenschlafs der Harn im Dickdarm sich anhäuft und nach dem Hervorschlüpfen des ausgebildeten Insects in reichlicher Menge nach aussen entleert wird.« Da die Harnanhäufungen der Rotiferen »nur im Embryo und ersten Jugendzustande sich finden, so muss die Erscheinung für die Existenz einer Primordialniere ausgelegt werden.« Den Männchen »von *Enteroplea*, *Notommata granularis* und *Diglena granularis*« gehen nach Leydig diese Excretionsorgane ab, was wohl mit der rudimentären Bildung des Ernährungsapparates in Zusammenhang gebracht werden muss. Vergl. Leydig Zeitsch. f. wissensch. Zoologie. Bd. IV. 1855.

**) Es dürfen mit diesen nicht die Leberorgane verwechselt werden, die schon durch ihre symmetrische Anordnung von den gemeinten Blindschläuchen sich unterscheiden. Diese letzteren sind entweder nur einfach oder zu dreien vorhanden, und öffnen sich an verschiedenen Stellen häufig im Endabschnitte des Darmes. So bei *Pagurus*, bei *Palaemon*, *Maja* u. s. w. Ueber ihre wirkliche Bedeutung müssen jedoch noch fernere Untersuchungen angestellt werden.

Ob die von W. Zenker (Archiv für Naturgeschichte 1854) bei jungen Indivi-

lichkeit fungirt als Excretionsorgan ein bei der nämlichen Crustaceenordnung, am genauesten beim Flusskrebse bekannt gewordenes Drüsenpaar, welches aus einem grünlichen, jederseits vorn im Cephalothorax liegenden Schlauche besteht. Nach vielfachen Windungen geht jeder Schlauch zuletzt in einen blasenartig erweiterten Ausführungsgang über, der inmitten der das Geruchsorgan überziehenden Membran nach aussen sich öffnet. Es ist diese grüne Drüse auch bei den Brachyuren bekannt.

Arachniden, Myriapoden und Insecten kommen in der Bildung der Excretionsorgane völlig mit einander überein, indem letztere bei allen als lange, einfache oder sich verzweigende Canäle, die sogenannten Malpighischen Gefässe, erscheinen, die oft vielfach gewunden oder schleifenförmig am Darmcanale aufgereiht, in der Leibeshöhle liegen und entweder in den letzten erweiterten Abschnitt des Darmcanals, oder etwas weiter nach oben, immer jedoch hinter dem Chylusmagen ausmünden. Sowohl bei Arachniden, als bei Insecten ist für die Bedeutung dieser Canäle als Harnorgane durch die chemische Analyse der Nachweis geliefert*).

Ohne Harncanäle erscheinen die Tardigraden und Pycnogoniden; bei den Milben dagegen sind sie schon deutlich vorhanden und erscheinen entweder als zwei lange gewunden, oder auch gerade verlaufende, oder als büschelförmig gruppirte Blindschläuche. Vielfach verästelt sind die Harncanäle der Araneen, bei denen sie sich in zwei gemeinsame Ausführgänge vereinigen und mit diesen in die Cloake oder den davon ausgehenden Blindsack ausmünden. Nur wenige Verästelun-

---

duen von *Asellus aquaticus* zu beiden Seiten des Darmes beobachteten concrementartigen Bildungen den Excretionsapparaten zuzurechnen sind, muss dahingestellt bleiben. Auffallend ist, dass mit vorrückendem Alter die Masse derselben zunimmt und sich die einzelnen Partien unter einander zu einer fortlaufenden Röhre verbinden. Endlich wird auch noch eine Fortsetzung dieser Röhre, gegen die Geschlechtsöffnung führend, wahrnehmbar und markirt sich besonders durch ihren gleichfalls concrementartigen Inhalt. —

Hieran schliesst sich eine von Fabre (*Ann. des sc. nat. Sér. IV. T. VI. p.* 170.) an den Larven von verschiedenen Insecten gemachte Beobachtung, welcher zufolge in deren Fettkörper eine Ablagerung von Concrementen stattfindet, in denen Harnsäure sich nachweisen liess. Die Malpighischen Canäle würden in diesem Stadium der Entwicklung noch keine harnabsondernde Function besitzen. Die ganze Erscheinung lässt sich als eine provisorische Deposition der Auswurfstoffe ansehen, die nicht auf eine sofortige Entfernung aus dem Organismus abzielt, wie dies ähnlich bei gewissen Rundwürmern stattzufinden scheint, in bestimmterer Weise jedoch bei den Vornieren der Landgasteropoden der Fall ist. (Vergl. oben pag. 17 Anmerkung.)

*) Für die Spinnen vergl. v. Siebold Lehrb. der vergl. Anatomie, p. 538, Anmerk. 3. Für die Insecten hat zuerst Brugnatelli die physiologische Bedeutung des Secretes der Malpighischen Gefässe erkannt (*Giornale di fisica etc. Bd. VIII.* 1815) in Meckel's Deutschem Archiv für die Physiologie. Bd. II. 1816.

gen zeigen die Harncanäle der Scorpione und völlig einfach, aber vielmals gewunden sind sie bei den Weberspinnen anzutreffen.

Eine ebenfalls geringe Anzahl einfacher Harngefässe ist bei den Myriapoden vorhanden, nämlich ein Paar bei den Juliden und zwei Paare bei den Scolopendern. Sie schliessen sich nicht nur durch ihre Zahl und einfache Bildung, sondern auch durch ihre Anordnung am Darmcanale den entsprechenden Organen vieler Insectenlarven an.

Die grösste Mannichfaltigkeit in Zahl, Anordnung und specieller Bildung herrscht bei den Harngefässen der Insecten. Die Function der Harncanäle*) ist namentlich bei jenen Insecten, die eine vollkommene Verwandlung erleiden, während des Larvenzustandes eine gesteigerte, wie sich nicht allein aus der mächtigen Ausbildung dieser Organe, sondern auch aus der während des Puppenzustandes sich massenhaft im Rectum ansammelnden Harnmenge ergibt. Diese Thätigkeit entspricht also gerade jener Periode, in welcher mit der Anlage des vollkommenen Körpers die intensivste plastische Thätigkeit im Organismus sich zeigt. Dass die Function der Malpighischen Canäle der Insecten nicht ausschliesslich in der Harnabsonderung zu suchen ist, dass vielmehr eine ältere Annahme, die in ihnen galleabsondernde Organe erblickt, nicht ganz unberechtigt ist, ist schon oben bei den Verdauungsorganen auseinander gesetzt. — Es geben sich die Harncanäle meist durch ihre braune, gelbliche oder auch weisse Färbung zu erkennen, welches Colorit von den in den Wandungen der Canäle abgelagerten Stoffen herrührt und um so auffallender erscheint, je reichlicher die Secretion von Statten geht und je mehr auch das Lumen der Canäle mit Secretmasse gefüllt ist. — Was die Zahlenverhältnisse angeht, so kann etwa Folgendes darüber bemerkt werden: Nur vier, paarweise mit einander verbundene Harncanäle sind bei den meisten Dipteren und Hemipteren vorhanden: sechs trifft man bei Schmetterlingen, bei vielen Netzflüglern, sowie bei manchen Orthopteren (Termiten) an; vier bis sechs sind bei den Käfern vorhanden; eine grosse Anzahl kurzer Harncanäle zeichnet die Hymenopteren aus, und es können bei diesen, sowie auch noch mehr bei vielen Orthopteren Hunderte von Harncanälen getroffen werden. Verästelungen kommen im Ganzen selten vor; dagegen finden sich häufig schlingenförmige Verbindungen zwischen den Enden einzelner Harncanäle. Die Ausmündung findet an sehr verschiedenen Stellen des Darmes statt. Sehr weit nach vorne ergiessen sie sich bei den Cicaden, Fliegen und Schmetterlingen. Auch bei den Hymenopteren ist die Einmündung dicht hinter dem Magen. Am Ende des Darmcanals münden sie bei verschiedenen wanzenartigen Insecten ein.

*) Die Harncanäle sind zuweilen noch mit kurzen blinddarmartigen Anhängen besetzt, wie bei *Melolontha* und vielen Schmetterlingen (nach Newport).

Als besondere Absonderungsorgane, die nicht gut unter die übrigen genauer bestimmten Functionen eingereiht, und auch keinen anderen Organen als speciell angehörig betrachtet werden können, treten uns zwei Reihen von Drüsenbildungen entgegen, deren einzelne Formen unter sich jedoch nur in der Function übereinstimmend sind. Wir können diese beiden Organreihen als Giftorgane und als Spinnorgane bezeichnen.

Die Giftorgane sind theilweise schon bei den Spinnen erwähnt worden. Es sind die in die hakenförmig gebogenen Enden der Klauenfühler einmündenden Drüsenschläuche, die sowohl bei den eigentlichen Spinnen, als auch bei Milben (*Trombidium*) vorhanden sind, und bei ersteren durch die starke, den secernirenden Abschnitt überziehende Muskellage ausgezeichnet erscheinen. Eine solche findet sich auch über dem Giftdrüsenorgane, welches im letzten Schwanzsegmente der Scorpione liegt, und hier am Ende des hakenförmigen Stachels ausmündet. — Die im Abdomen vieler Insecten vorhandenen Giftdrüsen, die sich noch mit mehreren modificirten Ausführapparaten verbunden zeigen, können bei den Geschlechtsorganen eine Stelle finden, da die Stachelbildungen u. s. w. nur Modificationen von äusseren Geschlechtsorganen sind. —

Was die Spinnorgane angeht, so haben wir jene der Arachniden und jene der Insecten zu unterscheiden. Die der ersteren stellen äusserst complicirte im Abdomen gelagerte Drüsen vor, von denen sich bis fünf verschiedene Formen anführen lassen, die bald alle auf die Spinnwarzen gleichmässig vertheilt sind, bald nur einzelnen derselben zukommen. Jede der Spinnwarzen ist mit einem querabgeschnittenen Ende versehen (dem Spinnfelde), auf welchem feine, die Ausführgänge der Spinndrüsen aufnehmende Röhrchen in beträchtlicher Anzahl vorstehen, so dass der von einer Spinnenwarze gelieferte Faden wieder aus ebenso vielen feinsten Fädchen als Spinnröhrchen vorhanden sind, zusammengesetzt ist. Vier Spinnwarzen besitzen die Mygaliden, sechs dagegen kommen den Araneen zu. — Von den Spinnorganen der Insecten ist vor allem deren vorzügliche Verbreitung im Larvenzustande Erwähnung zu thun. Es sind namentlich die Larven der Schmetterlinge, mancher Käfer, Hymenopteren u. s. w., bei denen ein Paar langer, gewundener Drüsenschläuche neben dem Darme liegt, und mit den Ausführgängen auf der Unterlippe sich öffnet. Morphologisch sind die Drüsen den Speichelorganen vergleichbar, allein ihre abweichende Ausmündung und das verschiedene Secret lässt sie uns von jenen trennen.

§. 30.

Organe der Fortpflanzung.

Die Trennung der Geschlechter auf verschiedene Individuen ist bei den Arthropoden zur Regel geworden, und nur bei wenigen niederen

Abtheilungen der Crustenthiere, so z. B. bei einigen Cirripedien, werden noch hermaphroditische Bildungen angetroffen, sowie eine solche auch für die Tardigraden behauptet werden muss. Als Bildungsstätte der Geschlechtsproducte und zur Ausleitung derselben bestehen stets gesonderte Organe, die entweder einfach oder doch in nur einem Paare vorhanden und in der Regel symmetrisch angeordnet sind. Hiedurch gibt sich selbst in den niederen Classen der Arthropoden eine vollkommnere Organisation zu erkennen, als in den oberen Abtheilungen der Würmer; denn die Wiederholung desselben Organes bei sonst gleichmässiger Bildung lässt immer auf einen niederen Typus schliessen, und es ist in der durch Wiederholung ausgesprochenen Vermehrung durchaus nicht jener Grad von Complication gegeben, wie er uns auch bei einfachem oder nur paarweisem Vorkommen von bestimmten Organen in einer mannichfaltigeren Bildung der einzelnen Abschnitte derselben entgegentritt. — Das Vorkommen einer einfachen oder doppelten, aber dann häufig durch eine Queranastomose zu einem einzigen Organ verbundenen Genitaldrüse (Hoden oder Ovarium) zeigt sich vorzüglich in den unteren Classen verbreitet, bei Räderthieren, bei Crustaceen und auch noch bei den Spinnen und Myriapoden, obschon einzelne Ordnungen oder Familien eine bilaterale Trennung des Apparates erkennen lassen. Durchgeführt ist diese Trennung erst bei den Insecten, und es stellen Hoden oder Eierstock hier in der Regel doppelte Organe vor *).

Eine in den niederen Arthropoden-Abtheilungen, so bei den Räderthieren und Crustaceen sehr verbreitete Eigenthümlichkeit ist der verschiedene Grad der Ausbildung der beiden Geschlechter, indem die Männchen in vielen Fällen sowohl in der äussern Körperform, als auch in der innern Organisation weit unter den Weibchen stehen und auch am Volumen von denselben vielfach übertroffen werden. Diese Verkümmerung der Männchen geht in vielen Fällen so weit, dass manchen jede Spur von Verdauungsorganen, Locomotionswerkzeugen und auch von Sinnesorganen fehlt, und nur die zu den Geschlechtsverrichtungen dienenden Organe entfaltet erscheinen. Auffallende Beispiele einer solchen nur auf die Fortpflanzung gerichteten Lebensthähigkeit

*) Die Elemente des Samens der Arthropoden erscheinen unter sehr verschiedenartigen Formen. Als unbewegliche, die Zellenform darstellende Körperchen erscheinen sie bei vielen Myriapoden und niederen Crustaceen, sowie auch noch bei den Decapoden, bei welch' letzteren sie häufig noch mit starren radiär auslaufenden Fortsätzen besetzt sind. Als bewegliche lange Fäden erscheinen sie bei vielen Crustaceen (z. B. die Cirripedien, Amphipoden, Isopoden u. s. w.) und ähnlich verhalten sie sich auch bei den Insecten.

Eine sehr verbreitete Erscheinung ist die Vereinigung von einer Quantität von Samenelementen in büschelförmigen Gruppen, die entweder von einer gemeinsamen durch die accessiven Drüsen der männlichen Genitalien gelieferten Hülle umgeben sind, oder die aus einfach unter einander verklebten Samenelementen bestehen. Es sind diese »Spermatophoren« sowohl bei Crustenthieren, Arachniden, als auch bei Myriapoden und Insecten beobachtet.

bieten vor Allem die Räderthiere, Cirripedien, Siphonostomen und andere Entomostraken, deren kleine Männchen, am Körper der Weibchen angeklammert, von diesen mit sich herumgetragen werden.

Die Geschlechtsorgane der lange Zeit für hermaphroditisch gehaltenen Räderthiere sind im Ganzen äusserst einfach gestaltet. Bei den Weibchen findet sich ein unterhalb des Verdauungsapparates gelegener Eierstock (Fig. 65. *o.*) von rundlicher oder länglicher Form und eigentlich nur aus einem Aggregate grosser Zellen gebildet, die sich früher oder später zu Eiern entwickeln. Diese gelangen dann in eine verschieden weite, mit dem Eierstocke in Verbindung stehende Tasche, wo sie von einer Hülle (Eischaale) umgeben werden und sich nicht selten sogar entwickeln, so dass man diesen Abschnitt auch als Uterus bezeichnen kann. Dieser Theil öffnet sich entweder in den letzten Abschnitt des Darmes, der so als Cloake erscheint, oder er mündet mit diesem nach aussen*). Die Eier der nicht lebendig gebärenden Rotatorien werden in der Regel neben der Cloakenöffnung befestigt und vom Weibchen oft in ganzen Gruppen mit sich herumgetragen (Fig. 65. *o'*. *o'*.). Seltener werden sie an andern Gegenständen abgesetzt, was sich vorzüglich für die sogenannten Wintereier trifft, die durch ihre complicirt gestaltete Schaale von den übrigen unterschieden sind. — Männliche Organe stellen sich als ein einfacher rundlicher Hodenschlauch dar, der mit einem kurzen Ausführungsgange sich zu der Cloake begibt.

Wenn wir bei den Crustaceen die niederen Formen voranstellen, so treten uns zuerst die der Mehrzahl nach hermaphroditischen Cirripedien entgegen. Es sind hier sowohl Hoden wie Eierstöcke als vielfach verästelte Schläuche geformt, die nur durch ihre verschiedene Lagerung sich von einander äusserlich unterscheiden. Die Ovarien liegen bei den

*) Nach Leydig (*op. cit.*) kommt bei einzelnen Arten von *Brachionus*, *Noteus*, *Euchlanis* u. a. eine differente Bildung einzelner Theile des Ovariums vor, welche dahin gedeutet wird, dass die Enstehung der Eikeime (Keimbläschen) und Dottermasse an verschiedenen Stellen vor sich gehe, so dass man hier einen besonderen »Dotterstock« annehmen könne. Fasst man dieses Verhältniss näher ins Auge, so wird man finden, dass einzelne Abschnitte des Ovariums dunkler sich darstellen, indem sich in ihnen reichliche Dotterkörnchen angehäuft haben, die aber immer innerhalb eines Eies existiren, so dass von einer Umlagerung des Eies mit Dottermasse, wie dies bei manchen Würmern der Fall ist, nicht wohl die Rede sein kann. Es hat auch Leydig die Vergleichung mit einem Dotterstocke wohl nicht in diesem Sinne genommen. Die ganze Erscheinung darf somit dahin formulirt werden, dass an einzelnen Stellen des Ovariums zwischen dem Kerne (Keimbläschen) und der Zellmembran (Dotterhaut) noch gar keine Dotterkörnchenmasse sich gebildet hat, welche Eikeime die jüngsten Zustände vorstellen; an anderen Stellen dagegen ist zwischen der Zellmembran und dem Kerne mehr oder minder reichliche Körnchenmasse aufgetreten, wodurch unter beträchtlicher Vergrösserung des ganzen Eigebildes die Dottermasse dargestellt wird. Solche Eier sind dann reifere Formen, die sich von früheren Stadien nur quantitativ unterscheiden.

Lepadiden im Stiele verborgen, der somit als eine Ausstülpung des Eingeweidesackes zu betrachten ist, und münden jederseits mit einem Oviducte in die Mantelhöhle aus. Bei den Balaniden sind sie in den Mantel selbst eingebettet. Die männlichen Zeugungsdrüsen sind in beiden Familien um den *Tractus intestinalis* gelagert und vereinigen sich an jeder Seite zu einem *vas deferens*, welches, den Enddarm begleitend, sich schliesslich je mit dem der andern Seite verbindet und an dem Ende des Postabdomens ausmündet.

Die getrenntgeschlechtlichen Crustaceen zeigen in der Form und Complication des Genitalapparates eine Reihe mannichfaltiger Anordnungen, die sich aber alle auf die schon oben auseinandergesetzten allgemeinen Verhältnisse zurückführen lassen. Wir treffen eine Anzahl, eine verschiedene Bedeutung tragender Abschnitte, die bald allmählich in einander übergehen oder auch schärfer von einander sich scheiden. Schlauchförmige, symmetrisch vertheilte Blindsäcke entweder nur einfach, oder verästelt, stellen die Ovarien vor und gehen allmählich in zwei Eileiter über, die in der Regel getrennt von einander ausmünden. Ein einfacher, weiter Ovarialschlauch ist nur bei *Argulus* vorhanden, zwei einfache, häufig geschlängelt verlaufende, oder auch umgebogene Eiröhren besitzen die meisten Siphonostomen, Cyclopiden und Ostracoden. Die letzteren zeigen das als Eileiter fungirende Ende der Eiröhren zu einem gemeinsamen Stücke verbunden. Die äussere Geschlechtsöffnung ist an der Basis des Postabdomens angebracht. Hieran reihen sich auch die Eiröhren der Branchipodiden, die aber in einen länglichen Uterusschlauch vereinigt sind. Zwei ähnliche einfache Schläuche stellen die Ovarien der Laemodipoden, Isopoden und Amphipoden dar, und der Eileiter erscheint entweder als eine blosse Fortsetzung des Ovars, wie bei den Walfischläusen (Cyamiden), oder er geht seitlich aus dem Ovarialschlauche hervor und der letztere ist dann immer vorn und hinten blind geendigt. — Eine Vergrösserung der Organe wird durch Verästelungen bedingt, indem die beiden Hauptröhren an der Seite mit verschiedenfach verzweigten Schläuchen besetzt sind, in deren blinden Enden die Eier entstehen, während der übrige Theil mehr als Ausführapparat oder auch wohl als Eibehälter (Uterus) zu fungiren scheint. Solche Ovarialbildungen begleiten häufig eine gewisse Breiteentwicklung des ganzen Körpers. Wir treffen sie schon bei manchen parasitischen Crustenthieren (*Chondracanthus*), dann unter den Phyllopoden (bei *Apus*, *Limnetis* u. a.), dann auch bei Copepoden (*Sapphirina*); am reichlichsten entwickelt zeigen sich bei den Poecilopoden die den ganzen Körper, besonders die grosse Kopfbrust mit Verästelungen durchziehenden Ovarialschläuche, von denen sich die stärkeren Stämme unter mehrfacher Anastomosenbildung zu zwei kurzen Gängen vereinigen, die am ersten falschen Fusspaare ausmünden. Eine Vereinigung der beiderseitigen Ovarien unter einander ist auch in den einfacheren Genitalbildungen der Decapoden vorhanden, und hinter der

Vereinigungsstelle geht an jeder Seite eine kurze Vagina hervor, die bei den Brachyuren am Bauche zwischen dem dritten Fusspaare, bei den Anomuren und Macruren am Basalgliede des dritten Fusspaares ausmündet. An der Ursprungsstelle dieser vom Ovarium verbindet sich mit der Vagina eine längliche Blase, die als Befruchtungstasche oder Samenbehälter zu deuten ist, sich aber bis jetzt unter den Decapoden nur bei Brachyuren wahrnehmen liess. Ausserdem ist, wie Zenker zuerst gezeigt hat, auch mit dem weiblichen Geschlechtsapparate der Ostracoden eine solche Samentasche verbunden und durch einen langen gewundenen Ausführgang ausgezeichnet. Die in der eben erwähnten Form der Geschlechtsorgane durch das Vorkommen eines Quercanals angedeutete Vereinigung beider Ovarien erreicht beim Flusskrebse einen höheren Grad, denn es besteht ein völlig einheitliches Ovarium, welches nur in drei Lappen gespalten erscheint. Zwei davon sind seitlich nach hinten gerichtet und einer nach vorne. — Eine abweichende Bildung der weiblichen Organe zeigen die Stomapoden, deren verästelte Ovarialschläuche einen im Abdomen befindlichen, den Darmcanal umlagernden Schlauch besetzt halten. Auf jeder Seite entspringen hiervon drei Eileiter, die allmählich sich unter einander verbinden und in eine gemeinsame Geschlechtsöffnung ausmünden.

Mit den Ausmündungsstellen oder auch mit dem Eileiter oder dem als Vagina bezeichneten Abschnitte stehen mehrfache accessorische Organe in Verbindung, von welchen schon oben zweimal Samentaschen erwähnt worden sind. Ausserdem kommen noch besondere Drüsenorgane vor, durch deren Secrete die Eier entweder zu Schnüren verbunden oder in traubige Massen vereinigt werden. Man bezeichnet diese Drüsen als »Kittdrüsen«, die besonders in den niederen Crustenthier-Abtheilungen, namentlich bei Entomostraken, beobachtet werden, und die niemals bei jenen fehlen, welche ihre Eier mit sich umhertragen oder an fremde Gegenstände befestigen *).

Die männlichen Organe der Crustaceen kommen in den äusseren

---

*) Zur Aufnahme der Eierschnure oder der zu traubenförmigen Gruppen aggregirten Eiermassen dient meist ein Paar der hinteren Gliedmaassen der Entomostraken. So tragen die Weibchen vieler Siphonostomen und die der Copepoden zwei Eiertrauben mit sich umher, und auch bei den Branchiopoden sind solche an fussartige Anhänge befestigt. Bei den weiblichen Decapoden sind sogar mehrere Gliedmaassen des Abdomens, nämlich die sogenannten Afterfüsse zum Tragen der Eier bestimmt und nicht selten mit langen borstenartigen Anhängen ausgestattet. —

In einer anderen Reihe der Crustenthiere werden die Eier vom Weibchen in »Bruttaschen« geborgen; es bestehen nämlich auf der Bauchfläche mehrere von der Gliedmaassenbasis ausgehende oder auch von modificirten Gliedmaassen dargestellte Lamellen, die dachförmig die unter ihnen abgesetzten Eier überlagern. Isopoden, Amphipoden und Laemodipoden gehören hierher. Bei den Daphniden endlich ist der Raum zwischen dem weit nach hinten gewölbten Rückenschilde und dem letzten Körperabschnitte des Thieres zu einer Bruthöhle umgewandelt.

Formverhältnissen vielfach mit den weiblichen Organen der entsprechenden Abtheilungen überein, und es stehen, wie bei jenen, die Organe beider Seiten häufig unter einander in Verbindung. Die einfachsten Formverhältnisse bieten die getrenntgeschlechtlichen Cirripedien (*Ibla, Alcippe, Scalpellum* u. a.), deren Männchen in ihrem Körperraume einen einfachen grossen Hodenschlauch erkennen lassen. Ein solcher findet sich auch noch bei manchen Entomostraken, so z. B. bei *Cyclopsine castor*. Er ist aber hier noch mit einem langen, schlingenförmig gewundenen Ausführcanale versehen, an welchem mehrere zur Spermatophorenbildung dienende Erweiterungen zu unterscheiden sind. Auch bei den parasitischen Entomostraken scheinen einfache Hodenbildungen vorzukommen, doch sind diese Organe hier noch wenig genau untersucht. — Mehrfache (6) lange, zum grossen Theil parallel und eng mit einander verlaufende Hodenschläuche kennen wir bei den Cypriden. Sie vereinigen sich sämmtlich an einer Stelle in ein erweitertes *vas deferens*, welches vor seinem Uebergange in die Copulationsorgane noch mit einer complicirt gebauten, langgestielten Schleimdrüse verbunden ist. Einen eigenthümlichen Typus repräsentiren die männlichen Organe der Cyclopiden, mit Ausschluss von *Cyclopsine*. Zwei längliche Hoden senden je einen gewundenen Ausführgang in einen als gemeinsame Samenblase dienenden Behälter, aus dem zwei bogenförmig nach rückwärts verlaufende *vasa deferentia* hervorkommen und an der Basis des Postabdomens jederseits ausmünden. Dicht vor der Mündung steht mit jedem noch eine kurze schlauchförmige Drüse im Zusammenhange. Damit stimmen im Wesentlichen auch die Organe von *Argulus* überein, mit dem Unterschiede, dass die aus der Samenblase hervortretenden Samenleiter vor der gemeinschaftlichen Geschlechtsöffnung sich mit einander verbinden, nachdem sich vorher noch ein langgestreckter Drüsenschlauch mit ihnen vereinigt hat. Die Einrichtung dieser Geschlechtsorgane ist jedoch bei Weitem nicht so abweichend, wenn wir das Grundschema dabei ins Auge fassen und die einzelnen Abschnitte nicht überall mit derselben Function betraut uns vorstellen. Der bei *Argulus* und den Cyclopen als Samenblase fungirende Medianabschnitt würde dann nur einem Verbindungscanale gleichkommen, und die davon ausgehenden *vasa efferentia* entsprächen den bei den übrigen unter einander in Verbindung stehenden Zeugungsdrüsen aus letzteren hervorgehenden Ausführgängen*). Die Branchipodiden sind durch zwei einfache lange Hodenschläuche ausgezeichnet, die getrennt von einander im Körperende liegen und nach

*) Es kommt hier weniger auf die Function an, mit der die einzelnen Abschnitte uns entgegentreten, als vielmehr auf die morphologischen Beziehungen der einzelnen Theile der Organe zu einander und zum übrigen Körper. Sehen wir doch, dass z. B. ein Abschnitt als Uterus erscheint, indem er beträchtlich erweitert ist und die Eier aufnimmt, während das morphologische Aequivalent dieses Theiles, welches aus feststehenden Beziehungen zu anderen Körpertheilen, z. B. der Geschlechtsöffnung, festgestellt werden kann, nur als eine Vagina, oder auch als Eileiter sich darstellt.

vorne zu in einen bald umbiegenden Ausführgang übergehen. An letzterem sind blasenartige Anschwellungen zu beobachten und sein weit hinten am Körper ausmündender Endabschnitt ist bei *Artemia* hervorstülpbar. — Gleichfalls von einander getrennte innere Geschlechtsorgane besitzen die Amphipoden, Laemodipoden und Isopoden; die Hoden erscheinen als längliche Schläuche, die in zwei, anfänglich etwas erweiterte Ausführgänge einmünden. Bei manchen findet sich eine Vermehrung der Hodenschläuche, so sind manche Isopoden (Fig. 66. *B.*), (Schachtasseln, Land- und Wasserasseln), jederseits mit drei, hinter einander ins *vas deferens* einmündenden, spindelförmigen Hoden (*t.*) versehen. Die enger gewordenen *vasa deferentia (v. d.)* treten nun entweder vereinigt oder von einander getrennt zu den am Anfange des Postabdomens liegenden Geschlechtsöffnungen und verbinden sich mit dem ersten Gliedmaassenpaare dieses Abschnittes, welches zur Bildung von Copulationsorganen modificirt erscheint (*p.*). Paarige, aus verzweigten Canälen zusammengesetzte männliche Geschlechtsdrüsen besitzt *Squilla* und *Limulus*. Bei letzterem vereinigen sich die Hodenschläuche jederseits zu einem kurzen *vas deferens*, welches bei den Squillen gewunden ist, in beiden aber jederseits auf einen kurzen Ruthencylinder ausmündet. — Die beiden Hoden der Decapoden werden theils von zwei einfachen Schläuchen dargestellt, die meistentheils im Cephalothorax lagern und nur bei den Einsiedlerkrebsen ins verkümmerte Abdomen eingebettet sind. Sie entsenden bei den letzteren zwei lange, eng gewundene, allmählich sich erweiternde Ausführgänge. Daran schliessen sich die meisten übrigen Decapoden an, und nur der Hummer bildet insoferne eine Ausnahme, als die beiden Hodenschläuche (Fig. 66. *A. t.*) vor Abgabe eines kurzen *vas deferens* noch durch einen Quercanal mit einander verbunden sind. Diese Vereinigung der Keimdrüsen ist beim Flusskrebse — entsprechend der Vereinigung der Ovarien — noch vollständiger geworden, so dass wir auch hier ein dreilappiges Organ die männliche Zeugungsdrüse vorstellen sehen. Ein langgewundenes *vas*

Fig. 66.

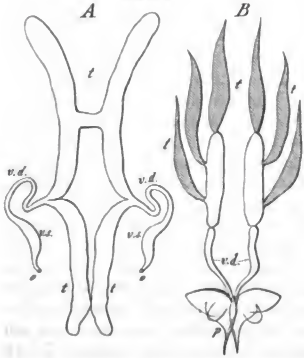


Fig. 66. Männliche Geschlechtsorgane von *Homarus A.* und von *Oniscus B.* *t. t.* Hoden. *v. d. vas deferens*. *v. s.* Samenblasen. *o.* Ausmündung derselben. *p.* Begattungsorgan.

deferens tritt an jeder Seite zur äusseren Geschlechtsöffnung, die in der Regel am Basalgliede des letzten Fusspaares angebracht, bei den kurzschwänzigen Krebsen jedoch am Ende eines, aus einer umgewandelten Gliedmaasse hervorgegangenen doppelt, vorkommenden Penis sich findet. Aber auch bei vielen langschwänzigen Krebsen*) sind noch solche äussere Begattungsorgane vorhanden, als welche das erste (zuweilen auch das zweite) griffelartig modificirte Gliedmaassenpaar des Schwanzes angesehen werden kann. Es können auch den Männchen aus den verschiedensten Ordnungen noch besondere Haftorgane zugetheilt sein, die theils als eigenthümliche Gebilde, theils nur als modificirte Gliedmaassen erscheinen, wie dies z. B. bei *Argulus*, *Branchipus* und *Cyclopsine* der Fall ist**).

Von den Arachniden sind hermaphroditische Bildungen nur bei Tardigraden bekannt, und bestehen hier aus einem unpaarigen Ovarium, zwei zu beiden Seiten des Darmcanals liegenden Hoden und einem mit den Ausführgängen der letzteren verbundenen Samenbehälter, welche Organe sämmtlich in die Cloake einmünden.

Bei den übrigen getrenntgeschlechtlichen Arachniden sind beiderlei Geschlechtsdrüsen in der Regel paarig im Abdomen gelagert und münden mit vereinigten oder getrennten Ausführgängen immer weit vorne an der Bauchfläche. Ausser accessorischen Drüsenorganen oder besonderen, zur Aufbewahrung und Aufnahme der Samenmassen oder der Eier dienenden Erweiterungen der Ausführgänge, kommen hier auch noch Apparate zur Ausleitung der Geschlechtsproducte vor und werden, je nach den Geschlechtern, als Ruthen oder Legeröhren bezeichnet.

Was zuerst die weiblichen Organe angeht, so treffen die einfachsten Verhältnisse für die Pycnogoniden***), deren Eier an einer bestimmten Stelle des vierten Fusssegmentes sich bilden und, ohne dass besondere Leitungsapparate beständen, durch eine bald an allen, bald nur an einem Fusspaare vorhandene Oeffnung entleert werden. Es kann somit bei diesen Thieren nicht von Geschlechtsorganen die Rede sein, sondern es sind nur gewisse Körperstellen, welche zeitweise als Organe fungiren, ohne mit besonderen, nur auf diese Function hinzielenden Einrichtungen ausgestattet zu sein. Milben und eigentliche Spinnen sind mit zwei länglichen Ovarien versehen, die bei den letzteren im reifen Zustande ihrer Producte eine traubenähnliche Gestalt besitzen und mit

*) Diesen schliessen sich die Paguren an.

**) Bei *Cyclopsine castor* dient der rechte Fühler des Männchens zum Einfangen des Weibchens, welches dann, wie schon Jurine beschrieben hat, damit umfasst wird. Vergl. hierüber, sowie bezüglich des Uebertragens der Spermatophoren v. Siebold Beiträge zur Naturgeschichte der wirbellosen Thiere. Danzig 1839. — *Argulus* ist mit Haftscheiben ausgestattet und *Branchipus* trägt am Kopfe zangenartige Greiforgane.

***) Vergl. Krohn, *Fror. N. Not.* III. Reihe. 1849. *Comptes rendus* 1849.

kurzen Eileitern an der Abdomenbasis zu einem wenig langen, als Scheide erscheinenden Canale sich vereinigen. Mit der Scheide verbinden sich noch zwei längliche gestielte Bläschen, die bei der Begattung den Samen aufnehmen, somit den Samentaschen der übrigen Arthropoden zu vergleichen sind *). — Eine etwas abweichende Bildung ist bei den Phalangien vorhanden, deren Ovarien zu einem ringförmigen Schlauche (Fig. 67. *B. o.*) verschmolzen sind, dem die an seiner Oberfläche sich entwickelnden Eier ein traubiges Aussehen verleihen. Die beiden verbundenen Enden des Ovarialschlauches können als Eileiter angesehen werden. Sie öffnen sich in einen oft mächtig ausgedehnten Sack (*u*), welcher als Uterus fungirt und einen dünnen gewundenen Canal zu einer weit hervorstreckbaren Legeröhre (*Ovipositor*) absendet **). Mit solchen Legeröhren sind auch mehrere Milben versehen.

Fig. 67.

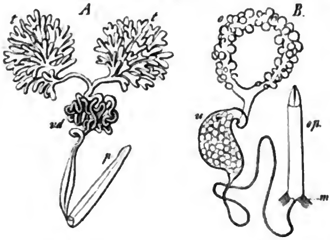


Fig. 67. Geschlechtsorgan von *Phalangium opilio*. *A.* Vom Männchen. *t.* Hoden. *v.* gewundenes *vas deferens*. *p.* Penis.

B. Vom Weibchen. *o.* Ringförmiges Ovarium. *u.* Uterus. *op.* Ovipositor. *m.* Rückziehmuskeln desselben.

*) Ueber den Bau der weiblichen Organe der Spinnen vergl. ausser den im Allgemeinen schon angeführten Schriften vorzüglich v. Wittich, Müller's Archiv 1849; ferner Vict. Carus, Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. II. 1850. — Wittich stellt jedes verästelte Ovarium der Spinnen aus einer mittleren Rachis bestehend und auf kurzen Stielchen die Eier tragend dar. Die Eier sollen durch ihre Stiele in die gemeinsame hohle Rachis gelangen, und das Ende der letzteren würde sich dann als Eileiter verhalten. Carus dagegen nimmt eine, die Rachis sammt den an ihr sitzenden Eibildungen noch von einer äusseren Hülle umgeben an, so dass die Eier nach ihrer Abtrennung von den Stielchen in den von der Hülle umgebenen Raum gelangen. Der Ausführgang entspringt hiernach nicht von der Rachis, sondern erscheint nur als eine Fortsetzung der Umhüllung. Es ist dies jene Ansicht, welche früher schon von Treviranus aufgestellt ward. Welche von beiden die richtigere ist, muss dahin gestellt bleiben, und es sei nur so viel erwähnt, dass die Aufnahme der Eier ins Innere der Rachis nach Beobachtungen an Phalangien nicht unwahrscheinlich ist. Vergl. die folgende Anmerkung.

**) In diese Legeröhre, an deren Basis sich zwei starke Muskeln ansetzen, treten auch zwei beträchtliche Nervenstämmchen ein, die zur Verwechslung mit accessorischen Drüsenorganen Veranlassung geben können. —

Wenn wir das ringförmige Ovarium der Phalangien mit jenen der Araneen vergleichen, so wird die muskulöse schlauchförmige Grundlage des ersteren der Rachis des Spinneneierstocks entsprechen. Wie an diesem, sind auch dem Ovarialringe die Eier auf kurzen Stielchen ansitzend, sowie im Allgemeinen die Eibildung in beiden Fällen eine gleiche ist. Um das Ovarium der Phalangien fehlt nun jede

Bei den Scorpionen stellen die Ovarien drei Längsröhren vor, die an ihrem hintern Ende bogenförmig in einander übergehen und ausserdem noch durch drei Queranastomosen mit einander verbunden sind. Die Eier bilden sich auch hier, wie bei den übrigen Abtheilungen, in Ausstülpungen, die zu langen Anhängen der Ovarialröhren sich entwickeln können. Aus den beiden äusseren Längsschläuchen gehen spindelförmig erweiterte Oviducte hervor, die wegen des von ihnen aufgenommenen Sperma's auch als *Receptacula seminis* zu deuten sind. Ihre Ausmündung findet an der Basis des Abdomens statt.

Die männlichen Organe wiederholen mit wenigen Ausnahmen denselben Typus, den wir bei den weiblichen bestehen sehen. So bilden sich bei den Pycnogoniden auch die Samenmassen an den bei dem Weibchen den Ovarien entsprechenden Stellen und werden gleichfalls durch Spalten an den Füssen entleert. Bei den Milben treffen wir einzelne, dem Anscheine nach stets paarig angeordnete Hodenfollikel, die an jeder Seite in ein *vas deferens* übergehen. Die Vereinigung der letzteren findet meistentheils kurz vor der sehr weit nach vorne gerückten Geschlechtsöffnung statt, die bei den Zecken sogar dicht unter den Mundtheilen angebracht ist. — Als beträchtlich lange, vielfach gewundene, oder auch als einfachere Canäle erscheinen die beiden Hoden der Spinnen, wogegen jene der Phalangien als zwei Büschel kurzer, dichotomisch verzweigter Blindschläuche (Fig. 67. *A. t.*) sich darsellen, aus denen je ein kurzer Canal in ein langes, zu einem Knäuel aufgewundenes *vas deferens* (*v. d.*) sich fortsetzt.

Ganz nach Art der Ovarien sind die Hoden der Scorpione gebaut, indem ein Paar schleifenförmiger Canäle mit quer verlaufenden Verbindungen versehen ist. Das vorne aus jedem Hoden hervorkommende *vas deferens* mündet, mit dem der andern Seite vereinigt, an derselben Stelle, wo auch beim Weibchen die Geschlechtsöffnung sich findet, nämlich an der Basis des Abdomens, nach aussen. Zu dem *vas deferens* treten jederseits noch accessorische Organe, die in der Regel in Form von zwei Paar verschieden langen Blindschläuchen auftreten und theils drüsiger Natur sind, theils als Samenblasen functioniren.

Aeussere Begattungsorgane sind bei den männlichen Arachniden in grosser Verbreitung zu treffen und werden theils von wirklichen, mit dem Genitalapparate zusammenhängenden Ruthen gebildet, theils durch andere, von der Geschlechtsöffnung entfernter angebrachte Theile repräsentirt. Wirkliche Ruthen besitzen einige Milben (*Gamasus*, *Bdella*

Umhüllung, und die Eier müssen direct in den Ringschlauch eintreten, woselbst sie auch oftmals von mir gesehen worden sind. Wie dieser Eintritt geschieht, ist unbekannt; bestimmt ist nur, dass nicht irgendwo besondere Oeffungen zu diesem Zwecke existiren, so dass wir annehmen müssen, dass die Stielchen der Eier eine zur Aufnahme in den Canal wichtige Rolle spielen, ein Verhältniss, welches zur Auffassung der Ovarien bei den Spinnen Einiges beitragen mag.

u. a.) in Gestalt einer kurzen, manchmal sogar rückziehbaren Papille, und ein ähnliches Organ ist auch bei den männlichen Scorpionen zu treffen. Die grösste Entwicklung zeigt die Ruthe bei den Phalangien (Fig. 67. *A. p.*) Sie ist der Legeröhre des Weibchens ähnlich und wird von einem unter der Brust weit vorstreckbaren Schlauche gebildet, der in eine etwas umgebogene Spitze ausläuft.

Die andere Reihe von Begattungsorganen wird zum Theile schon bei den Milben, vollkommner ausgebildet jedoch bei den Spinnen angetroffen, bei welch' letzteren die complicirt eingerichteten Palpen des Männchens den zu Spermatophoren zusammengeballten Samen von der Geschlechtsöffnung auffassen und an jene des Weibchens übertragen, so dass also weniger ein Begattungs- als ein Befruchtungsact von diesen Gebilden vollzogen wird*).

Die Geschlechtsorgane der Myriapoden zeigen sich in Form und Anordnung jenen der Arachniden am nächsten stehend und münden zum Theil, wie bei jenen, weit vorne am Körper, nämlich am dritten Leibessegmente, nach aussen**). Nur die Geschlechtsöffnung der Scolopender ist am Hinterleibsende angebracht. Bei den Weibchen sind die Geschlechtsdrüsen entweder äusserlich einfach, einen langgestreckten Schlauch vorstellend, an dessen Innenfläche die Eier, Vorsprünge bildend, sich entwickeln (Juliden, Scolopendriden und Glomeriden); oder sie erscheinen doppelt (*Craspedosoma*) und vereinigen sich dann an ihrem vorderen Ende, aus welchem wiederum zwei besondere Oviducte hervorgehen, die nach bogenförmigem Verlaufe von einander getrennt ausmünden. Unter den Scolopendriden ist ein einfaches Oviduct als Fortsetzung des einfachen Ovarialschlauches die Regel. Doch ist im Allgemeinen die Duplicität dieser Organe nicht allein durch die unter den übrigen Myriapoden durchgehend verbreiteten doppelten Oviducte, sondern auch noch dadurch ausgesprochen, dass selbst im anscheinend einfachen Ovarialschlauche die Eier nur an den beiden Seitenlinien sich entwickeln, z. B. bei *Glomeris*, so dass das einfache Ovar aus zwei mit einander verschmolzenen Längsröhren bestehend gedacht werden kann. Die sehr ausgebildeten accessorischen Organe sind stets symmetrisch auf beide Seiten vertheilt und werden aus zwei Paaren different gestalteter, theils in die Oviducte, theils, und dies ist der häufigere Fall,

*) Es erinnert dies an die Begattungsverhältnisse mancher Krebse, z. B. *Cyclopsine* (vergl. hierüber oben bei den Crustenthieren p. 275 Anm.) und bildet ein Glied aus jener langen Kette von ähnlichen Erscheinungen, die wir in fast allen Abtheilungen der Thiere in mannichfaltiger Weise auftreten sehen, die aber alle darin übereinstimmen, dass gewisse, dem Plane nach den geschlechtlichen Beziehungen fremde Gebilde in enge Verhältnisse zu den Geschlechtsorganen treten und mit einer Rolle betraut sind, welche sonst nur den Geschlechtsorganen direct verbundenen Theilen übertragen ist.

**) Bei *Julus grandis* ist das achte Segment mit den männlichen Geschlechtsöffnungen versehen.

direct in die Geschlechtsöffnung ausmündender Gebilde dargestellt (Fig. 68. *gl.*). Ein Paar davon erscheint in Form gestielter Bläschen, und diese sind ihrem Inhalte nach als *Receptacula seminis* zu deuten, während ein anderes, zuweilen noch verdoppeltes Paar durch seine drüsige Beschaffenheit den »Kittdrüsen« der weiblichen Crustaceen zur Seite gesetzt werden kann.

Die Duplicität der männlichen Organe ist gleichfalls häufig nur auf die Ausführgänge und accessorischen Apparate beschränkt. Doch sind manche Glomeriden und Juliden mit einem doppelten Hodenschlauche versehen, der in ein gemeinsames *vas deferens* übergeht und nicht selten auf seiner ganzen Länge durch zahlreiche Querverbindungen zu einem Organe vereinigt erscheint. Wo nur ein Hodenschlauch existirt, da ist er beiden Seiten entlang oder in regelmässigen Abständen mit Samen bereitenden rundlichen oder länglichen Follikeln besetzt (Fig. 69. *t. t.*), die man als ebenso viele Hoden ansehen kann, wobei der mittlere Schlauch als gemeinschaftlicher Ausführgang sich darstellt. Es scheint aber diese Bildung nicht bestimmt auf die einzelnen Familien vertheilt zu sein; denn während sie bei einigen Scolopendriden getroffen wird, so ist wieder bei anderen derselben Familie nur ein einfacher Schlauch vorhanden, wie ein solcher auch bei manchen Juliden besteht. Das *vas deferens* bleibt selten einfach (bei einigen Scolopendriden, Fig. 69. *v'.*), sondern theilt sich in der Regel, gleich dem Oviducte, in zwei Aeste, die entweder je auf einer kurzen Papille ausmünden, wie bei Juliden und Glomeriden, oder sich noch einmal vereinigen, um in einen am Hinterleibsende angebrachten kurzen Penis überzugehen (Scolopendriden). Der letzte Abschnitt der Ausführgänge, seien diese einfach oder doppelt, ist häufig mit Erweiterungen oder Ausbuchtungen versehen, die sich manchmal sogar zu einem ansehnlichen Schlauche ausdehnen und immer zu Ansammlung des Sperma als Samenblasen dienen (Fig. 69. *v'.*). Dicht vor der Ausmündung inseriren

Fig. 68.

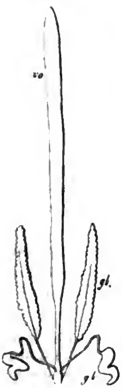


Fig. 69.

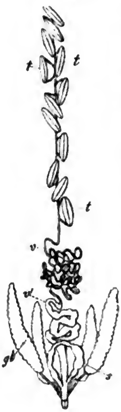


Fig. 68. Weibliche Geschlechtsorgane von *Scolopendra complanata*. *ov.* Ovarium. *gl.* Drüsen (nach Fabre).

Fig. 69. Männliche Organe von demselben. *t.* Hoden. *v. vas deferens.* *v'.* Als Spermatophorenbehälter functionirender Abschnitt des *vas deferens*. *s.* Samenblasen. *gl.* Accessorische Drüsen (nach Fabre).

sich noch zwei Paar Drüsengebilde (Fig. 69. *gl.*) von noch wenig gewürdigter Bedeutung*).

Die Geschlechtsorgane der Insecten lassen bei unendlicher Mannichfaltigkeit des Details sowohl durch ihre Lagerung, als auch durch die Anordnung ihrer Hauptbestandtheile einen viel einheitlicheren Plan hindurchblicken, als dies in den übrigen Arthropoden-Classen der Fall war. Sie liegen mit ihren accessorischen Apparaten fast immer symmetrisch im Abdomen und münden entweder mit dem After vereinigt, eine Art von Cloakenbildung eingehend, oder unterhalb der Oeffnung des Afters am letzten Abdominalsegmente nach aussen, mit einziger Ausnahme der kleinen Ordnung der Strepsipteren. — Die Zeugungsdrüsen — Hoden oder Eierstöcke — werden von einer verschieden grossen Anzahl einander gleichwerthiger Abschnitte zusammengesetzt und bilden so in der Regel zwei aus büschelförmig gruppirten Röhren bestehende Organe, von denen je ein Ausführgang entspringt. Die beiden Ausführgänge vereinigen sich näher oder entfernter der Ausmündestelle und nehmen hier noch besondere accessorische Organe auf, die schon mehrfach bei Crustaceen und Myriapoden, wenn auch nicht in durchgreifendem Vorkommen, getroffen worden sind. Bei den weiblichen Individuen verbinden sich mit den Geschlechtsorganen, ausser accessorischen Drüsen, noch mehrere taschenförmige Ausstülpungen oder auch blasenartige Anhänge, welche v. Siebold zuerst in einem grösseren Kreise theils als Aufbewahrungsort für den Samen (*Receptaculum seminis*), theils zur Aufnahme des männlichen Begattungsorganes während der Copula (*Bursa copulatrix*) nachgewiesen hat**). Beim männlichen Geschlechte sind es vorzüglich die paarigen Drüsen, welche eine grosse Ausbildung besitzen, und die man, indem sie ihr Secret dem Samen beimischen, als Prostatadrüsen ansehen kann. Ausser diesen sind auch hier noch blasenförmige Anhänge als Samenblasen (*Vesiculae seminales*) fungirend angebracht.

---

*) Die Geschlechtsorgane der Myriapoden sind ungeachtet vielfach hierüber vorliegender Untersuchungen immer noch nicht ausreichend, besonders mit Hinsicht auf die physiologische Bedeutung ihrer einzelnen Abschnitte, erkannt, was bei der grossen Mannichfaltigkeit der bestehenden Formen die Erzielung allgemeiner, für die Erkenntniss des Planes verwerthbarer Resultate nicht wenig erschwert. — Es mögen hierüber vorzüglich folgende Autoren verglichen werden: Stein, Müller's Archiv 1842; Newport, *Philos. Transactions* 1842; Duvernoy, *Comptes rendus* 1844; Fabre, *Ann. des sc. naturelles. IV. Série. Tom III.* 1855.

**) Bei der Begattung wird zwar der Same in die *Bursa copulatrix* entleert, scheint aber bald nachher ins *Receptaculum seminis* zu gelangen, und erst von hier aus werden die an der Insertion der Samentasche vorbeipassirenden reifen Eier befruchtet. — Bei sehr vielen Insecten, namentlich aus der Ordnung der Hymenopteren, halten sich die Samenfäden in jener Tasche lange Zeit hindurch befruchtungsfähig, so dass eine einzige Begattung nicht allein auf mehrere Serien sich bildender Eier ausreicht, sondern auch sogar bei manchen Gattungen, deren Weibchen überwintern, die Samenfäden noch im folgenden Frühjahre lebensfähig im *Receptaculum seminis* angetroffen werden. Vergl. v. Siebold in Muller's Archiv 1837; ferner denselben Autor im Archiv f. Naturgesch. 1839.

Mit dem Ende der Geschlechtswege stehen bei den Männchen sehr häufig noch äussere Begattungsorgane in Verbindung, während die Weibchen ebenso häufig mit ähnlichen, aber zur Ausleitung der Eier und zur Uebertragung derselben auf und in verschiedene Objecte dienenden Apparaten versehen sind. Von den verschiedenen Modificationen der Geschlechtsapparate können hier nur die wesentlichsten hervorgehoben werden. Die weiblichen Organe bestehen in ihrem obersten Abschnitte, dem sogenannten Ovarium, aus einer verschiedenen Anzahl von Röhren (Fig. 70. *o.*), die verschiedenartig gruppirt in den sogenannten Oviduct zusammenmünden. Die Beziehungen, in welchen die zu je einem als »Ovarium« bezeichneten Organe vereinigten Röhren oder Schläuche (Fig. 70. *o.*), die Eiröhren nämlich, zur Bildung der Eier stehen, sind in dieser Classe der Arthropoden von den sonst angetroffenen Verhältnissen etwas abweichend. Betrachten wir eine einzelne Eiröhre, so finden wir dieselbe an dem einen Ende unter allmählicher Verdickung an dem »Oviducte« inserirt, während das entgegengesetzte Ende zumeist dünn, häufig sogar in einen fadenförmigen Fortsatz ausläuft. Sind zahlreiche Eiröhren in einem Ovarium vorhanden, so werden diese freien Enden häufig unter einander verbunden angetroffen. Die eigentliche Bildungsstätte der Eier ist in jenen Enden zu suchen. Hier findet man Zellenmassen, welche die Eikeime vorstellen und von hier aus allmählich im Verlaufe der Eiröhre nach abwärts rücken. Obgleich das Ei für sich schon vollendet, so nimmt es doch auf seinem Wege durch die Eiröhre noch an Grösse zu, und man trifft demnach die grössten Eier am entferntesten von der Bildungsstätte und am nächsten dem Oviducte gelagert, während von hier aus immer kleinere, jüngere Formationen bis gegen das vorhin erwähnte blinde Ende der Eiröhre sich hinter einander reihen. Die Länge einer Eiröhre steht also im Zusammenhange mit der Zahl der in ihr befindlichen Eier. Sie wird durch letztere in entsprechende Abschnitte oder Kammern getheilt, indem sich immer zwischen den Eier bergenden Stellen Einschnürungen mehr oder minder auffällig erkennen lassen. Es ist aber das allmähliche Herabsteigen der Eier nicht nur mit einem Wachsthume verbunden, sondern sie erhalten auch, besonders im letzten Abschnitte der Röhre, eine äussere Umhüllung, deren Bildung von den benachbarten Wandungen ausgeht. Demzufolge entspricht eine Eiröhre oder eine Summe derselben keineswegs einer blos keimbereitenden Zeugungsdrüse, also nicht dem eigentlichen Ovarium irgend eines anderen Thieres, sondern sie erscheint als ein Organ, welches mit einer viel grösseren Functionsreihe betraut ist, und von dem nur das blinde Ende einem Ovarium analog erachtet werden darf, während die übrigen Abschnitte zum Theil jene Verrichtungen äussern, welche in anderen Thierclassen auf besondere Organe (Oviduct, Uterus) vertheilt sind. Wir sehen hieraus, wie eine höhere Organisation durch eine mehrfache Wiederholung derselben Erscheinung zu Stande gebracht wird. — Die Länge oder Kürze der Eiröhren wurde vorhin mit der Anzahl der Eier in Zu-

sammenhang gebracht. Am wenigsten zahlreich sind die Kammern bei den meisten Dipteren, wo nicht selten nur eine, häufiger zwei bis drei vorhanden sind. Auch bei vielen Käfern kommen nur wenige Kammern vor. Länger erscheinen die Eiröhren der Hemipteren, Apteren und Hymenopteren, und die grösste Kammerzahl ergibt sich bei Neuropteren. Orthopteren und endlich bei Schmetterlingen, deren Eiröhren durch zahlreiche Verengerungen wie Perlschnüre sich ausnehmen.

Gleich grosse Verschiedenheiten, wie in der Kammerzahl, ergeben sich auch in der Anordnung der Eiröhren am beiderseitigen Oviducte. Wir treffen sie am Ende des letzteren vereinigt einmündend bei den Hemipteren, und zwar ist bei den Cicaden jedes Astende des verzweigten Oviducts mit einer Gruppe von Eiröhren ausgestattet, so dass für jedes Ovarium eine grosse Anzahl sich trifft. Einfacher sind die Verhältnisse bei den Wanzen, die eine geringe Zahl von Eiröhren am einfachen Oviducte tragen. Bei den Zweiflüglern sind sie meist jederseits sehr zahlreich und in einem dichten Büschel unter einander verbunden, auf die mannichfaltigste Weise sich inserirend, bald in einzelnen Reihen längs des ganzen Oviducts, bald in Gruppen an einzelnen Stellen desselben, bald wiederum nur terminal stehend, eingefügt. In sehr schwankender Zahl (von wenigen an bis über hundert), immer aber in büschelförmiger Vereinigung, trifft man die Eiröhren der Hymenopteren, sowie auch die an Zahl geringeren der Käfer meist das Ende der Oviducte besetzt halten (Fig. 70. *o.*). Auch die vier sehr langen, spiralig gerollten Eiröhren der Schmetterlinge sind alle am Ende des Oviductes angebracht. Reihenweise Anord-

Fig. 70.

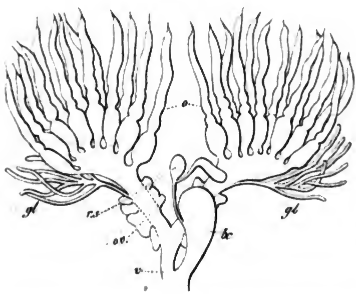


Fig. 71.

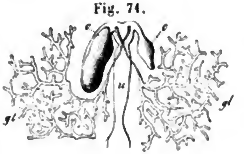


Fig. 70. Weibliche Geschlechtsorgane von *Hydrobius fuscipes*. *o.* Eiröhren. *ov.* Oviducte (mit Drüsenanhängen besetzt). *gl.* Schlauchförmige Drüsen. *v.* Scheide. *bc.* Befruchtungstasche *rs. Receptaculum seminis* (nach Stein).

Fig. 71. Weibliche Geschlechtsorgane von *Melophagus*. *o.* Eiröhren. *u.* Uterus. *gl.* Anhangsdrüsen (nach Leuckart).

nung herrscht bei Orthopteren und Neuropteren vor; doch sind in der letzteren Ordnung auch wirtelförmige Gruppirungen vorhanden.

Die beiden, meist sehr kurzen Oviducte (Fig. 70 *ov*) vereinigen sich zu einem in der Regel erweiterten Ausführgange, der als »Scheide« bezeichnet wird, und mit dem sich auch die accessorischen Organe verbinden. Es sind diese das schon oben erwähnte *Receptaculum seminis* (Fig. 70 *rs*) und die *Bursa copulatrix* (*bc*). Die Samentasche fehlt nur in wenigen Fällen*). Sie wird von einem ovalen oder auch rundlichen Bläschen dargestellt, welches mit einem engeren Ausführgange von sehr wechselnder Länge versehen ist, und ist nicht selten paarig vorhanden, wie bei den Cicaden und manchen Orthopteren, oder sogar auch dreifach, wie dies für die Dipteren als Regel erscheint. Häufig ist das *Receptaculum seminis* als gleichmässig weiter, gewundener Blindschlauch gestaltet und kommt so sowohl einfach als auch doppelt in der Ordnung der Hemipteren vor. Mit diesem Organe ist häufig eine Anhangsdrüse verbunden, deren Bedeutung noch nicht sicher bestimmt ist. Sie erscheint als einfacher oder gabelig gespaltener Schlauch und mündet bei den Schmetterlingen und den meisten Hymenopteren ins geschlossene Ende der Samentasche. Sie kommt auch den Neuropteren zu und ist auch bei Käfern vorhanden. Als zweites unmittelbar mit der Scheide verbundenes Organ ist die Begattungstasche (*Bursa copulatrix*) anzuführen, die als ein weiter, fast wie eine Ausstülpung der Scheidenwand erscheinender Blindsack sich darstellt (Fig. 70 *bc*). Die Verbreitung dieses Organes findet sich nur in einzelnen Ordnungen und auch da nicht immer allgemein. Am beständigsten und nicht selten von sehr beträchtlicher Ausdehnung erscheint die *Bursa copulatrix* der Käfer, wo sie zumeist noch einen engeren Verbindungscanal besitzt. Auch bei den Schmetterlingen mündet sie mit engem Gange in die Scheide, verhält sich aber dadurch noch eigenthümlich, dass sie ausserdem noch einen weiteren Ausführgang unter die weibliche Geschlechtsöffnung sendet und ihn getrennt von jener dort ausmünden lässt. Die Begattung der Schmetterlinge geschieht durch diesen Canal, während der Uebertritt der Spermatozoën aus der Begat-

*) Es fehlt das *Receptaculum seminis* den ammenden Generationen der Blattläuse, deren Fortpflanzungsorgane, obgleich von den weiblichen derselben Familie etwas verschieden, doch mit dem allgemeinen Typus übereinstimmend sind. Die im Ende der kurzen Eiröhren gebildeten Keime sind nach Leydig's Erfahrungen von Eiern nicht unterscheidbar. Sie gehen aus Zellen hervor, wie jene, und es wird auch der Embryo auf ähnliche Weise angelegt, wie der Insectenembryo, der aus anderen Eiern sich bildet. Nachdem wir jetzt wissen, dass Insecteneier auch ohne stattgefundene Befruchtung unter gewissen Umständen dennoch entwicklungsfähig sind, und dass diese Eier in denselben Eiröhren entstehen, in welchen vorher oder nachher befruchtet gewesene oder befruchtet werdende Eier sich bilden können, so ist es wohl consequenter, auch die in den Röhren der Blattläuse entstehenden Bildungen nicht als blosse Keime aufzufassen, sondern sie als Eier zu bezeichnen. Ueberhaupt dürfte die ganze Erscheinung mehr unter die Parthenogenesis als unter den Generationswechsel zu rechnen sein.

tungstasche in das *Receptaculum seminis* durch den früher erwähnten Verbindungsgang der Begattungstasche mit der Scheide vermittelt wird. Die Einmündungen dieses Ganges und des *Receptaculum seminis* in die Scheide sind einander gegenübergestellt. — Eine andere Bedeutung besitzt das einer Begattungstasche analoge Organ bei den lebendig gebärenden Dipteren, indem hier eine sackförmige Ausbuchtung der Scheide die befruchteten Eier aufnimmt und sie hier ihre Entwicklung durchlaufen lässt. Bei anderen, wie bei den Hippobosciden, ist die Scheide unterhalb der Einmündung des *Receptaculum seminis* zu gleichem Zwecke einfach erweitert (Fig. 71 *u*). —

Die in das Ende der Scheide einmündenden, den Kittdrüsen der Crustaceen zu vergleichenden Drüsenapparate bestehen entweder aus einem Paar einfacher und dann meist langgewundener Canäle, wie bei den Schmetterlingen und vielen Dipteren, oder es sind kurze Gebilde, mit welchen z. B. die Wanzen versehen sind. Nur ein einziger Drüsenschlauch ist bei den Cicaden vorhanden. Endlich treffen wir auch verästelte Drüsenanhänge (Fig. 70. 71 *gl*), welche in der Regel paarig vorhanden und bei den Hymenopteren ihre grösste Verbreitung besitzen. (Es ist dies namentlich bei den Ichneumoniden und Tenthrediniden der Fall.) Das Secret dieser Drüsenorgane dient dem Anscheine nach theils zu einer besonderen Hüllbildung um die Eier, so dass diese dadurch unter einander verklebt oder in eine gemeinschaftliche Gallertmasse eingebettet werden, theils wird es einfach zum Festheften der Eier an verschiedene Gegenstände verwendet*). Mit der weiblichen Geschlechtsöffnung stehen in der Regel noch einige, wie Klappen erscheinende Integumentstücke in Verbindung, welche in ihren Sculpturverhältnissen immer genau den männlichen Begattungsorganen angepasst erscheinen**). Zuweilen sind sie zangenartig gestaltet und bestehen aus seitlich gegen einander wirkenden Fortsätzen, welche dann in höherer Ausbildung jene Organe zusammensetzen, die in der Ordnung der Orthopteren (Locustiden und Achetiden) als Legeröhre, in der Ordnung der Hymenopteren als Legestachel oder Legebohrer bekannt sind, und theils zur Direction der gelegt werdenden Eier dienen, theils zur Herstellung von Oeffnungen in irgend welche Gegenstände, denen die Eier beigebracht werden sollen. (Schlupf- und Holzwespen, Cicaden u. a.)

*) Eine eigenthümliche Bedeutung hat das Secret dieser Anhangdrüsen bei den pupiparen Dipteren (z. B. *Melophagus*). Es wird nämlich während der Entwicklung des Embryo hier eine reichliche Masse einer körnchenhaltigen Flüssigkeit abgesondert, von welcher das junge Thier, so lange es sich im Larvenzustande befindet, sich nährt. Es ist somit die Bedeutung dieser Drüsenorgane (Fig. 71 *gl*) von der ihrer Homologa bei andern Insecten völlig abweichend. Vergl. hierüber R. Leuckart, Abhandlungen der naturforschenden Gesellsch. in Halle, Bd. IV. 1858.

**) Die letzten Segmente des Hinterleibes sind bei vielen Insecten, sowohl Weibchen als Männchen, in die Bildung von Stützorganen der Begattungswerkzeuge eingegangen, und dann trifft man bei den Weibchen die Scheide mit segmentartigen Chitinringen belegt.

Die männlichen Geschlechtsorgane der Insecten stellen in ihrer Anlage sehr häufig Wiederholungen der weiblichen Organe vor, so dass auch die einzelnen Abschnitte in beiden nicht selten einander entsprechend gebildet sind. Die immer zu zweien vorhandenen, nur in seltenen Fällen zu einem Organe verschmolzenen Hoden werden ganz nach Art der Ovarien aus Blindschläuchen zusammengesetzt, die wiederum in verschiedener Zahl und Grösse, sowie in mannichfaltiger Anordnung sich unter einander verbinden (Fig. 72. 73 *t*). Die Vereinigung der beiderseitigen Hoden ist bei Schmetterlingen ein häufiges Vorkommen. Es sind aber hier in früheren Entwicklungszuständen beide getrennt, sogar in mehre Abtheilungen unterscheidbar, und erst mit der vollständigen Ausbildung findet die allmähliche Vereinigung statt*). Diesem Verhältnisse zufolge tritt uns in der einfachen Hodenbildung der Schmetterlinge keine vom allgemeinen Plane abweichende Einrichtung entgegen. Zwei einfache, längliche und immer getrennte Hodenschläuche besitzen die Dipteren und Strepsipteren, sowie auch manche Neuropteren. Auch bei manchen Käfern ist diese Form dadurch vertreten, dass jeder Hoden einen langen, knäuelförmig zusammengewundenen Blindschlauch darstellt, der dann von einer besonderen Membran umgeben wird (Laufkäfer). Aus zahlreichen Schläuchen sind die Hoden der übrigen Insecten zusammengesetzt. So erscheint ein jeder Hoden der meisten Hemipteren bald aus mehreren, unter einander zu einem fächerförmigen Organe verbundenen, bald aus vielen getrennten Schläuchen bestehend; und diese Form ist auch durch eine grosse Anzahl von Käfern vertreten. Dicht an einander gereiht und so eine einzige Masse darstellend, oder auch aus runden, traubenförmig gruppirten Bläschen bestehend, erscheint jeder Hoden der meisten Orthopteren, und ähnliche Bildungen sind auch

Fig. 72.

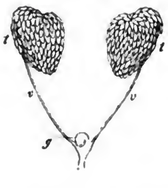


Fig. 73.

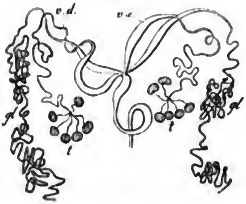


Fig. 72. Männliche Geschlechtsorgane von *Acheta campestris*. *t*. Hoden. *v*. *Vas deferens*. *g*. Samenblase.

Fig. 73. Männliche Geschlechtsorgane von *Melolontha vulgaris*. *A*. Hoden. *v*, *s*. Als Samenblase dienende Erweiterungen des *vas deferens*. *gl*. Gewundene Anhangsdrüsen.

*) Vergl. Herold, Entwicklungsgeschichte der Schmetterlinge. 1815.

bei den Hymenopteren vorhanden. Endlich ist noch jene Form zu erwähnen, bei der das samenbereitende Organ jeder Seite in eine verschieden grosse Anzahl (2—12) gesonderter und je mit einem besonderen Ausführgange (Samenleiter) versehener Hoden zerfallen erscheint (Fig. 73 *t*). Diese Bildung trifft sich bei vielen Käfern (den *Lamellicornia*, *Longicornia* und *Rhynchophora* u. a.) Ein jeder dieser secundären Hoden setzt sich wiederum aus einer verschiedenen Zahl rosettenförmig angeordneter Follikel zusammen und stellt einen rundlichen, an beiden Polen etwas eingedrückten und an der Peripherie je nach der Zahl der Schläuche eingekerbten Körper vor. Die Samenleiter der einzelnen Hoden vereinigen sich jederseits zu einem *vas deferens* (Fig. 72 *v*), welches dem Ausführgange der einfacheren Hodenbildung entspricht. Die Längenentwickelung der beiden *vasa deferentia* ist zwar im Allgemeinen unbedeutend, nur in wenigen Insectengruppen beträchtlich. Sie sind im letzteren Falle knäuelförmig gewunden und können bei einer streckenweisen Erweiterung ihres Verlaufes auch die Function von Samenbehältern mit sich vereinigen (Fig. 73 *vs*). Aber auch wenn sie von grösserer Kürze sind, ist ihr Ende oft angeschwollen und stellt dann gleichfalls eine Samenblase vor. Der aus der Vereinigung beider *vasa deferentia* hervorgehende *ductus ejaculatorius* ist denselben Längsverschiedenheiten unterworfen, und namentlich bei Käfern und Schmetterlingen mit vielfachen Windungen versehen.

Die accessorischen Drüsenorgane sind in der Regel gleichfalls doppelt vorhanden und erscheinen, wie jene der Weibchen, als lange Canalconvolute (Fig. 73 *gl*) oder als kürzere und büschelförmig verästelte Schläuche, die sich an verschiedenen Stellen mit den Ausführwegen des Samens verbinden. Wir treffen sie entweder gemeinschaftlich mit den Samenleitern in den *ductus ejaculatorius* tretend (Fliegen, Schmetterlinge und manche Käfer), oder jederseits mit dem Samenleiter selbst in Verbindung, wobei dann der letztere von der Insertionsstelle an beträchtlich erweitert ist (Hymenopteren). Endlich können sie auch erst im Verlaufe des *ductus ejaculatorius* sich einfügen (Hemiptera, Orthoptera).

Die männlichen Begattungsorgane der Insecten sind, wie schon erwähnt, den weiblichen ähnlich und werden aus sehr mannichfaltig gestalteten, die Geschlechtsöffnung umfassenden chitinisirten Leisten und klappenartigen Vorrichtungen, die grossentheils aus den letzten metamorphosirten Abdominalsegmenten hervorgehen, zusammengesetzt. Sie theilen sich in solche, welche nur zu einer äusseren Copula dienen, und andere, welche mit einer Ruthe vergleichbar sind und die Immissio vollziehen. Die letzteren Bildungen werden entweder durch eine äusserlich angebrachte oder von innen aus hervorstreckbare weiche oder festere Röhre dargestellt, in welche der *ductus ejaculatorius* sich fortsetzt, und die an ihrem Ende häufig noch zangenähnliche Bildungen tragen. Bei den Käfern ist dies Begattungsorgan von einer im Abdomen verborgenen dickwandigen Chitinkapsel umschlossen, welche häufig eine beträchtliche

Grösse besitzen kann, und zu deren Hervorstreckung und Einziehung besondere Muskelapparate dienen *).

Sechster Abschnitt.

Mollusca.

§. 31.

Bis auf heute bildet die grosse Abtheilung der als Mollusken bezeichneten Thiere eine Vereinigung mannichfaltiger, in äusserer Erscheinung und innerer Organisation sehr differenter Thierformen, und in vielen Lehrbüchern figurirt die weiche Körperbeschaffenheit dieser Thiere noch als wesentlicher Charakter! Mehrfache Bestrebungen haben versucht zwischen den einzelnen Abtheilungen eine innere, aus dem Plane der Thiere entwickelte Verbindung herzustellen, und es ist dieselbe auch nach vielen Richtungen gelungen. Nur die Verbindung der grösseren Abtheilungen unter einander zeigt Schwierigkeiten, und eben solche ergeben sich vielleicht in noch grösserem Maasse, wenn wir die verwandtschaftlichen Beziehungen und mit diesen die Anknüpfungspuncte zu den anderen grossen Abtheilungen aufsuchen. Diese Schwierigkeiten sind

---

*) Die Libelluliden bieten bezüglich des Vorkommens ihrer Begattungsorgane insofern Ausnahmsverhältnisse dar, als jene von der am Hinterleibsende befindlichen Ausmündung der Samenwege weit entfernt angebracht sind. An der Bauchseite des zweiten Abdominalsegmentes liegt inmitten einiger einen Haftapparat bildender Anhänge eine einfache oder mehrgliedrige Ruthe verborgen, die noch mit einem besonderen Samenbehälter in Verbindung steht. Vor der Begattung wird diese Samenblase durch Umbeugen des Hinterleibes von der Mündung der Samenwege ausgefüllt, so dass dann bei der Begattung das Abdominalende des Männchens sich nicht mehr direct betheiligt. — In naher Beziehung zu demselben Geschäfte stehen bei vielen Insecten noch besondere, vorzüglich den Männchen zukommende Apparate, die an verschiedenen Körpertheilen angebracht sind und grösstentheils zum Ergreifen und Festhalten des Weibchens, sowie zur Erzielung einer dauernderen Vereinigung dienen. In diesen Einrichtungen, deren nähere Beschreibung der speciellen Zoologie anheimfällt, erkennen wir eine Wiederholung der schon bei Crustenthieren getroffenen Verhältnisse. Als besondere, für die Kenntniss des Baues der Generationsorgane der Insecten wichtigere Abhandlungen sind folgende zu erwähnen: Johannes Müller, über die Entwickelung der Eier im Eierstock bei den Gespenstheuschrecken in den *Nov. Act. Acad. Caes. Leopold. Carol. Vol. XII.* 1825. Derselbe, *de glandularum secernentium structura*, 1830. Rathke, *de Libellularum partibus genitalibus*, 1832. v. Siebold, Müller's Archiv 1837, und Fror. N. Not. Bd. XII. Stein, vergleichende Anatomie und Physiologie der Insecten, Bd. I. 1847. (Weibliche Geschlechtsorgane der Käfer.) Lacaze Duthiers (*sur l'armure genitale des insects.*) *Ann. des sc. nat.* 1849.

aber zum grössten Theile aus dem falschen Principe entstanden, die niederen Classen einer Thierabtheilung an die höheren der nächst unterstehenden Abtheilung anreihen zu wollen, und in Folge dieser Hemmnisse kam man dann zu der gleichfalls unrichtigen Auffassung des Thierreiches, welche in der Annahme einer absoluten Abgeschlossenheit und Selbständigkeit der einzelnen grossen Typen sich ausdrückt. Versuchen wir, die ganze Abtheilung der Mollusken in einem einheitlichen Bilde zu entwickeln, so finden wir in den Gasteropoden den natürlichen Ausgangspunct. Es gründet sich der Typus dieser Thiere auf die Ausbildung der ventralen Abtheilung des Hautmuskelschlauches zu einer fleischigen Masse, einem Fusse, der in mannichfaltiger Weise als Locomotionsorgan dient. Es ist zugleich dieses Verhältniss der wesentlichste Unterschied von den Würmern, an deren untere Abtheilungen (Plattwürmer, namentlich Turbellarien) der Gasteropodentypus so eng sich anschliesst, dass wir hier eine innere Verbindung nicht verkennen können. Es sind auch die inneren Organe bei einfacher gebauten Gasteropoden (z. B. manchen Gymnobranchiaten) nicht typisch von jenen vieler Plattwürmer verschieden, und wenn wir einzelne Formen gegen einander halten, bestehen nur unwesentliche Differenzen. Die Anordnung des Nervensystemes und der Sinnesorgane, die bilaterale Symmetrie des Darmcanales und seiner accessorischen Apparate, die Asymmetrie der Geschlechtsorgane und endlich die ganze äussere Körperform bieten wichtige Uebereinstimmungen dar, so dass wir bei sonst gleichen Einrichtungen nur durch die entwickelte Musculatur der Bauchfläche zu einem Fusse, den Gasteropodentypus vom Wurmtypus unterscheiden. In höherer Ausbildung ergeben sich jedoch bei ersteren verschiedene wichtige Merkmale, die einerseits in der Differenzirung des vordersten Körpertheiles zu einem Kopfe, andererseits in der Entwickelung von Hautduplicaturen zum »Mantel« bestehen. Dazu kommt noch die Erweiterung des dorsalen Integumentes zu einem die Eingeweide bergenden Sacke, über dem eine eigenthümliche, vom Integumente ausgehende, feste Schalen- oder Gehäusebildung erfolgt. Mit der Entwickelung dieser Gehäuseformation zu spiralig aufgerollten Bildungen, welchen der gesammte Eingeweidesack folgt, erhält ein grosser Theil ursprünglich symmetrisch angelegter Organe eine assymmetrische Lagerung, durch welche der Gasteropodentypus sich schon weiter von jenem der Würmer entfernt zeigt. Aus der Gasteropodenform, deren wesentlichste Charactere eben dargestellt wurden, zweigen sich zwei andere nach verschiedenen Richtungen ab. Durch Verkümmerung des Fusses, sowie durch Ausbildung besonderer, am Kopfe stehender, lappenförmiger Organe, die bei den typischen Gasteropoden nicht entwickelt sind, erhalten wir den Typus der Pteropoden. Die Kopflappen erscheinen als Flossen und sind früher fälschlich für Modificationen des Fusses gehalten worden. Auf der andern Seite geht durch eine selbständige Entwickelung des Fusses, der nicht mehr eine blosse Sohlenfläche des Körpers vorstellt, sondern zu einem von der Bauchfläche

des Körpers entspringenden flossenförmigen Organe umgewandelt ist, der Typus der Heteropoden hervor. Es sind so durch die Modificationen eines Organes drei Abtheilungen (Ordnungen) entstanden, die alle durch die Entwickelung des vordersten Körpertheiles zu einem distincten, durch den Besitz der höheren Sinnesorgane ausgezeichneten Kopfe zur Classe der Cephalophoren vereinigt sind. Die Ausbildung dieses hier characteristischen Theiles ist jedoch in den drei Abtheilungen eine sehr verschiedene und steht in innigem Zusammenhange mit der Entfaltung der höheren Sinnesorgane. Wir treffen dies von den Pteropoden an durch die Gasteropoden zu den Heteropoden in aufsteigender Reihe. Aus der Classe der Cephalophoren, deren Mittelpunct die Gasteropoden darstellen, bilden sich die Anschlüsse nach zwei Seiten hin. Wir erhalten nämlich von den Pteropoden aus den Uebergang zu einer selbständigen Classe, die man vielfach von den Mollusken zu trennen versucht war, nämlich zu jener der Cephalopoden. Es ist hier theils die eigenthümliche Modification der Fussbildung (*Nautilus*), sowie die Entwickelung des Kopfes, wodurch unzweifelhafte Homologien zu gewissen Pteropoden (Clioideen) sich ergeben. Vervollständigt werden diese durch die Lagerungsverhältnisse der Kiemenhöhle, die mit jenen gewisser Pteropoden (Hyaleaceen) übereinstimmend sind*).

Die andere Formenreihe zeigt sich in einer absteigenden Richtung. Mit einer vollkommneren symmetrischen Ausbildung von Hautduplicaturen, die sich vom Rücken aus zu zwei über die Seiten des Körpers hinabgehenden Mantellamellen gestalten, sowie unter gleichzeitiger Verkümmerung des vordersten, in der Classe der Cephalophoren als Kopf gedeuteten Abschnittes, bildet sich der Gasteropodentypus in jenem der Muschelthiere, und zwar speciell der Lamellibranchiaten fort. Auch der Fuss erleidet bedeutende Veränderungen. Er verliert seine sohlenähnliche Ausdehnung, erscheint immer weniger vom Körper abgesetzt und stellt sogar mit dem Aufgeben seiner physiologischen Bedeutung nur einen Theil des Eingeweidesackes vor. Zwischen Mantel und Fuss (oder Eingeweidesack) lagern symmetrisch die Kiemen, genau an derselben Stelle, die sie bei manchen Gasteropoden einnehmen und an der die Athemorgane fast in der gesammten Cephalophorenclasse zu treffen sind. Die asymmetrische Schalen- oder Gehäusebildung der Gasteropoden ist jedoch bei den Muschelthieren in eine symmetrische übergegangen. Es

*) Obgleich die Mittelglieder zwischen der Ordnung der Pteropoden und der Classe der Cephalopoden in engschliessender Reihe fehlen, so sind doch die oben ausgesprochenen Homologien, zu denen noch mehrfache untergeordnetere Momente kommen (siehe die Vergleichung der einzelnen Organe), so klar vorhanden, dass sie dem Unbefangenen nicht entgehen können. Nur wer Werth auf untergeordnete Dinge legt, z. B. auf die hermaphroditische Bildung der Pteropoden und auf das getrennte Geschlecht der Cephalopoden u. a. m., der mag vielleicht die Kluft für grösser erachten, als sie dem erscheint, dem der allgemeine Bauplan das Wichtigste ist.

sind dem entsprechend zwei Schalen vorhanden, von denen jede einer Mantelhälfte angehört. Die in dieser Classe sehr verbreitet vorkommende Verwachsung der freien Ränder des Mantels (siehe hierüber Ausführlicheres bei den Athemorganen) führt zur Bildung von zuleitenden Röhren, den Athemröhren, und der ganze vom Mantel umschlossene Hohlraum bildet sich zur Kiemenhöhle um. Von diesen Formen aus finden wir den Uebergang zu einem neuen Typus, jenem der Tunicaten, sowie sich theilweise aus dieser, theilweise aus der entfernteren Classe, jener der Bryozoen, der Brachiopodentypus ableitet. Es ist vorzüglich die Bildung zweier eigenthümlicher, armartiger Organe am Munde der Brachiopoden, wodurch diese Abtheilung characterisirt ist, während die übrige Organisation zum Theile mit jener der eigentlichen Muschelthiere harmonirt. Die contractilen Arme der Brachiopoden können, ohne Beeinträchtigung der Deutung der übrigen Organe, als eine höhere Ausbildung der beiden die Tentakel tragenden Fortsätze gewisser Bryozoen (der Gruppe der sogenannten Lophopoden) betrachtet werden, so dass sich die Brachiopoden vorzüglich durch die Bildung einer zweiklappigen Kalkschale an die Lamellibranchiaten reihen.

Die Classe der Tunicaten zeigt die Verkümmerung des Fusses viel vollständiger, als es bei den Muschelthieren (Lamellibranchiaten) der Fall war. Dagegen ist die Verwachsung des Mantels hier zur Norm geworden, und die vom Mantel umschlossene Höhle der Muschelthiere erscheint hier als eigentliche Kiemenhöhle, in welche die Kiemen nicht mehr frei hervorragen, sondern mit deren Wandungen sich eng verbunden zeigen. Es wird dies vorzüglich durch die Ascidienform der Tunicaten repräsentirt*). Indem sich die Kieme von den Wandungen des Athemsackes zurückzieht, nur in einem Theile desselben (dem hintersten) sich ausspannt, kommt die Form der Doliolen zu Stande, und wenn endlich das Athemorgan nicht mehr septumartig die Körperhöhle trennt, sondern auf einen, letztere schräg durchsetzenden, balkenartigen Theil beschränkt ist, bildet sich bei gleichzeitiger Cylinderform des Körpers die extremste Form der Tunicaten, nämlich jene der Salpen, aus.

Als letzte Abtheilung der Mollusken bestehen die Bryozoen. Die

---

*) Aus der Ascidienform müssen auch die interessanten Appendicularien morphologisch entwickelt werden. Es finden sich bei diesen ganz dieselben Theile wie bei jenen vor, mit Ausnahme des flossenartigen Anhanges, der als eine persistent bleibende, dem Ascidientypus angehörige embryonale Bildung angesehen werden muss. Aus der Ableitung des Ascidientypus von jenem der Muschelthiere geht hervor, dass wir überall da, wo ein vollständiger Verschluss der Kiemenhöhle (ursprünglich durch Verwachsung der Mantelränder) besteht, keine Fussbildung antreffen können, es müsste denn dieser Theil aus dem Grunde der Mantel- oder Kiemenhöhle hervorgehen, um sich mit dem Fusse der Muschelthiere in Homologie zu befinden. Demzufolge ist es auch nicht richtig, wenn Huxley den Körperanhang der Appendicularien für das morphologische Aequivalent eines Fusses nimmt. Es ist dies eben nichts Anderes, als ein hier für sich bestehendes Organ, welches vorläufig mit keinem Organe der übrigen Mollusken verglichen werden kann.

Körperform derselben ist von zwei Molluskenabtheilungen zugleich ableitbar. Es kann gewissermassen eine Combination des Brachiopoden- und Ascidien-Typus in der Brachiopodenform erkannt werden. Die um die Mundöffnung dieser Thiere stehenden Tentakel entsprechen den tentakelartigen Fortsätzen, welche die Arme der Brachiopoden besetzen oder in ihrer Summe der an der Wand der Athemhöhle vertheilten Kieme der Ascidien (vergl. Ausführlicheres bei den Athemorganen), indem hier die Mantelbildung sich nicht über den vordersten Theil des Körpers erstreckt.

Uebersicht der Classen der Mollusken.

I. Bryozoa.

Eschara, Flustra, Telegraphina, Alcyonella, Cristatella, Paludicella

II. Tunicata.

1. Ordn. Thaliacea.

Salpa, Doliolum.

2. Ordn. Thethydea.

Appendicularia, Ascidia, Cynthia, Clavelina, Botryllus, Polyclinum, Pyrosoma.

III. Brachiopoda.

Terebratula, Orbicula, Lingula

IV. Lamellibranchiata.

1. Ordn. Pleuroconchae.

Anomia, Ostrea, Pecten, Lima, Spondylus, Malleus, Perna.

2. Ordn. Orthoconchae.

Pinna, Mytilus, Arca, Pectunculus, Anodonta, Unio, Chama, Tridacna, Cardium, Venus. Cytherea, Lucina, Tellina, Cyclas, Psammobia, Mactra, Lutraria, Mya, Solen.

3. Ordn. Inclusa.

Pholas, Teredo, Aspergillum.

V. Cephalophora.

1. Ordn Pteropoda.

Hyalea, Creseis, Cymbulia, Tiedemannia, Clio, Pneumodermon.

2. Ordn. Gasteropoda.

a) Abranchiata.

Actaeon, Limapontia, Phyllirhoe.

b) Gymnobranchiata.

Aeolidia, Scyllaea, Tritonia, Doris, Polycera.

c) Pleurobranchiata.

Phyllidia, Diphyllidia, Pleurobranchus, Aplysia, Gasteropteron, Bulla.

d) Cyclobranchiata.

Patella, Chiton.

e) Cirrobranchiata.

Dentalium.

f) Aspidobranchiata.

Fissurella, Emarginula.

g) Ctenobranchiata.

Sigaretus, Nerita, Natica, Neritina, Trochus, Turbo, Valvata, Paludina, Ampullaria, Fusus, Murex, Triton, Strombus, Pterocera, Cassis, Buccinum, Harpa, Conus, Oliva, Cypraea.

h) Pulmonata.

Ancylus, Limnaeus, Planorbis, Succinea, Bulimus, Clausilia, Helix, Arion, Limax, Vaginulus.

3. Ordn. Heteropoda.

Atlanta, Carinaria, Pterotrachea.

VI. Cephalopoda.

1. Ordn. Tetrabranchiata.

Nautilus.

2. Ordn. Dibranchiata.

Spirula, Sepia, Loligo, Sepiola, Loligopsis, Argonauta, Octopus, Eledone.

Literatur.

Im Allgemeinen:

Cuvier, *Mémoires pour servir à l'histoire et à l'anatomie des Mollusques. Paris* 1817.

Van Beneden, *Exercices zootomiques. Fasc. I. II. Bruxelles* 1839.

Quoy u. Gaimard, *Voyage de l'Astrolabe. Zoologie.*

1) **Bryozoen:** Van Beneden, *Recherches sur l'anatomie, la physiologie et l'embryogenie des bryozoaires. Mém. de l'acad. royale de Belgique.* 1845 *et suite.*

Derselbe, *Recherches sur les Bryozoaires fluviatiles de Belgique. ibid.* 1847.

— u. Dumortin, *Hist. nat. des polypes composés d'eau douce. ibid.* 1850.

2) **Tunicaten:** Milne-Edwards, *Observations sur les ascidies composées. Paris* 1841.

Huxley, *Observations on the structure of Salpa and Pyrosoma. Philos. transact.* 1851.

Van Beneden, *Mémoire sur l'embryogenie, l'anatomie et la physiologie des Ascidies simples. Mém. de l'acad. roy. de Belgique. T. XX.* 1846.

C. Vogt, *Recherches sur les animaux inferieures de la mediterranée. II. Mém. del' Acad. de Génève.* 1852.

3) **Brachiopoden:** Owen, *On the anatomy of the Brachiopoda. Transact. of zoolog. soc. Vol. I.* 1835.

C. Vogt, Anatomie der *Lingula anatina* in der Denkschr. der schweiz. Gesellsch. für d. gesammt. Naturwiss. Bd. VII. 1842.

4) **Lamellibranchiaten:** Poli, *Testacea utriusque Siciliae eorumque historia et anatome. III Tom.* 1791—1795.

Bojanus, Ueber die Athem- und Kreislaufwerkzeuge der zweischaligen Muscheln. Isis 1819. 1820. 1827.

Deshayes, Art. Conchifera in Todd's Cyclopoedia. Vol. I. 1836.

Garner, *On the anatomy of the lamellibranchiate Conchifera. Transact. of the zoolog. Soc. London. Vol. II.* 1841.

Quatrefages, Anatomie von *Teredo. Ann. des sc. nat.* 3. *Sér. Tom. XI.* 1849.

Keber, Beiträge zur Anatomie u. Physiologie der Weichthiere. 1851.

5) **Cephalophoren:** Nordmann, Versuch einer Monographie des *Tergipes Edwardsii. Mém. de l'Acad. Impériale de St. Pétersbourg. Tom. IV.* 1843.

Quatrefages, *Mémoire sur les Gasteropodes phlebentérés. Ann. des sc. nat.* 3. *Sér. T. I.* 1844. Ferner *T. IV.* 1845.

Leydig, Ueber *Paludina vivipara.* Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. II. 1850.

Souleyet, *Voyage de la Bonite. Zoologie. T. II.* 1852.

Hancock *and* Embleton, *On the anatomy of Eolis. Ann. of nat. hist. Vol. XV.* 1845. — *On the anatomy of Doris. Philos. Transact.* 1852. *T. II.*

Bergh, *Bidrag til en Monographi of Marseniadernes. Kongl. dansk. Vidensk. Selsk Skrifter.* 1853. — Ferner dessen *Anatomisk Undersogelse of Fiona atlantica. Vidensk. Meddelelser for* 1857.

Gegenbaur, Untersuchungen über Pteropoden und Heteropoden. Leipzig 1853.

Claparede, Anatomie und Entwicklungsgesch. der *Neritina fluviatilis.* Müll Archiv 1857.

Lacaze-Duthiers, *Histoire de l'organisation et du développement du Dentale. Ann. des sc. nat.* 4. *Ser. T. VI—VII.* 1856—1857.

6) **Cephalopoden:** Grant, Ueber *Loligopsis* in *Transact. of zool. Soc.* 1835.

Ferussac et d'Orbigny, *Hist. nat. générale et part. des Moll. Cephalopodes. Paris* 1836—1848.

Owen, *Memoir on the Pearly Nautilus. London* 1832.

— Art. Cephalopoda in Todd's Cyclopaedia. Vol. I. 1836.

Valenciennes, *Nouvelles recherches sur le Nautile flambé. Archives du Museum.* 1841.

Van der Hoeven. *Bijdragen tot de Ontleedkundige Kennis aangaaende Nautilus pompilius. Amsterdam* 1856.

§. 32.

Körperbedeckung und Bewegungsorgane.

a) Vom Integumente.

Die Körperbedeckungen der Weichthiere werden im Allgemeinen von einer weichen Hautschichte dargestellt, die aber in der Regel so innig mit der darunter liegenden Musculatur verwebt ist, dass, wie bei den Würmern, eine Art von Hautmuskelschlauch entsteht, von dessen Gestalt die Form des ganzen Thieres abhängt. Durch die überwiegende Ausbildung der Musculatur an gewissen Stellen des Körpers, auch durch Differenzirung einzelner Theile des Hautmuskelschlauches entstehen die Organe der Ortsbewegung. Indem wir die Morphologie, soweit sie die allgemeinen Körperverhältnisse der Mollusken angeht, theils in der allgemeinen Betrachtung dieser Abtheilung schon abgehandelt haben, theils bei den betreffenden Organen noch berücksichtigen werden, so liegen uns nur noch die speciellen Verhältnisse des Integumentes und die Beziehungen derselben zu anderen Organen vor.

Die Bryozoen zeigen in dieser Hinsicht die einfachsten Verhältnisse, indem bei ihnen der meist langgestreckte, festsitzende Körper mit einer dünnen Hautschichte versehen ist, die noch dazu innig mit einem starren Gehäuse sich verbindet*). — Aeusserst entwickelt ist das Inte-

*) Mit den Stöcken mancher Bryozoen (z. B. den Gattungen *Cellularia, Telegraphina*) trifft man eigenthümliche, anscheinend selbständig bewegliche Gebilde in Verbindung, welche bald scheerenartig gestaltet sind und dann Aehnlichkeit mit einem Vogelkopfe besitzen, bald einfach stabförmig gebildet sich darstellen. Da sie auch nach dem Tode der Thiere noch Thätigkeiten äussern, so durften sie von den Individuen selbst als unabhängig anzusehen sein, und eine neuere Deutung, welcher zufolge sie als rudimentär entwickelte Individuen aufzufassen wären, hat grosse Wahr-

gument bei den Mantelthieren oder Tunicaten, indem es hier, meist von beträchtlicher Dicke, den ganzen Körper gleichmässig einhüllt und bei den Salpen als eine dünnere Lage auch in die Athemhöhle sich fortsetzt. Die Consistenz dieser als »Mantel« bezeichneten Hülle variirt von gallertartiger Weichheit bis zu knorpelähnlicher Härte und zeigt sich fast immer glasartig durchscheinend, nur bei Ascidien häufiger durch Pigmente gefärbt. Es wird diese Substanz durch eine Form des Bindegewebes gebildet, in der die zelligen Elemente gegen die Intercellularsubstanz sehr zurückgetreten sind*). Epitheliale Bildungen kommen in beschränkter Weise vor und bilden nur eine einfache Schichte, welche bei den schwimmenden Tunicaten leicht verloren geht.

Bei Brachiopoden, Lamellibranchiaten, Cephalophoren und Cephalopoden ist das Integument deutlicher in Epidermis und Cutis trennbar; doch ist die letztere bei den meisten vielfach mit den darunter liegenden Muskelschichten des Körpers vereinigt, wodurch das gesammte Integument eine oft beträchtliche Contractilität erhält. Wo in der Cutis die Bindegewebsbildung vorherrschend ist, wie an dem dicken, glasartig hellen Hautkörper der Heteropoden (*Carinaria, Pterotrachea*), wird dadurch die in der Formveränderung bestehende Beweglichkeit des Körpers gemindert und demselben, wie durch den Mantel der Tunicaten, nur ein geringer Grad des Gestaltwechsels erlaubt. Bei den übrigen Mollusken ist letzterer, soweit starre Gehäuse nicht hindern, in hohem Grade ausgeprägt.

In die Cutisschichte eingelagert finden sich mancherlei Pigmentbildungen vor, von welchen die manchen Pteropoden, wie auch allen Cephalopoden zukommenden, eigenthümlichen Zellen, die »Chromatophoren,« anzuführen sind. Es sind diese, in verschiedenen Tie-

---

scheinlichkeit für sich. Der physiologische Werth dieser »vogelkopfähnlichen Organe« besteht in den Beziehungen zur Ernährung der Bryozoenstöcke und ist jenem der Pedicellarien der Echinodermen gleich. —

*) Diese Mantelschichte nimmt innigen Antheil an der Vermehrung der sprossentreibenden Ascidien (*Ascidiae sociales*), sowie sie auch für die zusammengesetzten Ascidienstöcke (*Ascidiae compositae*) und für die Pyrosomen eine gemeinsame Hülle abgibt. — Interessant ist sie auch wegen ihrer chemischen Constitution, indem C. Schmidt in ihr die sonst im Thierreiche nicht sehr häufig verbreitete Cellulose nachgewiesen hat. Ueber den feineren Bau ist zu vergleichen Lowig und Kölliker, *Ann. des sc. natur. Ser. III. Tom. V.* 1846. Neuere, sowohl die chemischen wie die histiologischen Verhältnisse berücksichtigende Untersuchungen über den Ascidien-Mantel sind von H. Schacht, Müller's Archiv, 1851. Es geht daraus hervor, dass die Intercellularsubstanz aus Cellulose besteht, während die zelligen Elemente des Mantels, sowie auch die denselben überziehenden Pflasterepithelien frei von Cellulose sind. Bei einer Ascidie ist der Zellstoff sogar in Form von Fasern differenzirt, was an die Differenzirung der Intercellularsubstanz des Bindegewebes sich anschliesst, vielleicht sogar mit der Bildung der elastischen Fasern verglichen werden kann. Die Cellulose verhält sich formell ganz ähnlich wie im Pflanzenreiche, wo sie gleichfalls ausserhalb der Zelle — die äusserste Schichte des Protoplasma für die Begränzung der Zelle genommen — vorhanden ist.

fen der Haut liegende rundliche Zellen mit körnigem Pigmente erfüllt und in ihrer Peripherie mit radiären Muskelfasern ausgestattet, deren Contraction eine flächenhafte Ausdehnung der Zelle und dadurch eine Vertheilung des Pigmentinhaltes hervorruft, so dass sie als grössere, häufig sternförmig verästelte Flecken dem Auge leicht wahrnehmbar werden. Das wechselnde Spiel dieser mehrfachen Chromatophorenschichten ruft jene Farbenpracht hervor, die wir an der Haut lebender Tintenfische bewundern *).

Von anderen Bildungen der Haut sind Wimperepithelien anzuführen, die ausser den Athmungsorganen noch den mannichfaltigsten Stellen zukommen können **). Kalkeinlagerungen in die Haut sind namentlich bei Gasteropoden verbreitet und finden sich bald als einfache Körnchen oder grössere rundliche Concretionen, bald als stäbchenförmige, gezackte oder auch verästelte Formen, die oft in beträchtlicher Masse ein wahres Kalknetz darstellend vorkommen können. So treffen wir sie bei den Gymnobranchiaten, z. B. *Doris*, *Polycera*, bei welchen die einzelnen Arten durch eine besondere Anordnung oder Gruppirung, sowie auch durch eigenthümliche Formation der einzelnen Kalkstäbchen ausgezeichnet sind. Bei den einzelnen Gattungen und Arten der genannten Gasteropoden sind die Formen, sowie die Gruppirungsverhältnisse der Kalkeinlagerungen äusserst characteristisch; bei manchen (z. B. Dorisarten) sogar so dicht zusammengedrängt, dass sie wie eine Art inneren Hautscelets sich ausnehmen.

Die bei niederen Thiergruppen (Würmern, Coelenteraten) in grösserer Verbreitung getroffenen Nesselzellen finden sich gleichfalls noch bei den Mollusken, jedoch nur in einem einzigen Falle, vor. Sie sind beobachtet in den Enden der Rückencirren von Aeolidien.

Mit den Integumenten verbundene Drüsenorgane (Hautdrüsen) sind in grösserer Verbreitung nur bei den Cephalophoren angetroffen. Es sind hier vorzüglich die am Mantelrande der Gasteropoden liegenden Follikel zu erwähnen, von denen eine kalkhaltige Flüssigkeit abgesondert wird. Das Secret steht in inniger Beziehung zur Schalenbildung. Auch am übrigen Körper kommen hin und wieder Drüsengebilde vor, die besonders bei schalenlosen Pteropoden, dann auch bei manchen Nacktkiemern entwickelt sind. Unter den Cephalopoden sind kalkabson-

*) Vergl. hierüber E. Brücke, Sitzungsberichte der Wiener Academie, VIII. 1852. p. 196. H. Müller, Zeitschr. für wiss. Zoologie, Bd. IV. 1853. p. 337.

Die Contraction der Chromatophoren wird durch einen, neben den Pigmentkörnern vorkommenden Zelleninhalt bewerkstelligt. — Vergl. hierüber auch Leydig, Lehrb. der Histologie, p. 105.

**) Am meisten verbreitet sind sie auf der Haut der kiemenlosen Gasteropoden, so wimpert z. B. die Hautoberfläche von Phyllirrhoe. Auch bei Ctenobranchiaten sind manche Hautorgane mit Cilien ausgestattet, z. B. die Fühler. Im Uebrigen trifft man an den Athemorganen der Tunicaten, der Lamellibranchiaten und der Cephalophoren Wimperepithelien in ausgebildeter Weise.

dernde Hautdrüsen besonders an den segelartig verbreiteten Armen der weiblichen Argonauten bemerkenswerth.

Eine besondere Wichtigkeit erlangen die Hautbedeckungen der Mollusken durch die Abscheidung fester, in Schichten sich lagernder Substanzen, aus welchen die mannichfaltigen Gehäuse und Schalenbildungen dieser Thiere hervorgehen. Es sind somit die in dieser Abtheilung getroffenen Hartgebilde durch die Art ihrer Entstehung von jenen anderer Thierclassen, wie z. B. der Echinodermen, wesentlich unterschieden. Es sind vom Körper ausgeschiedene, nach aussen hin abgelagerte Producte, die, wenn auch als Stütz- und Schutzorgane für die betreffenden thierischen Organismen von grosser Bedeutung, doch nicht im eigentlich organischen Zusammenhange mit den Thieren stehen, so dass man diese Erscheinungen viel eher der Bildung des Chitinscelets der Arthropoden anreihen und in beiden die Aeusserung einer und derselben bildenden Thätigkeit der äusseren Hautschichte erblicken kann. Wir können die Reihe dieser Bildungen mit den Gehäusen der Bryozoen beginnen, die ihre mannichfaltigen Sculpturen immer einer besonderen weichen Matrix verdanken, welche in alle Fortsätze dieser äusseren Scelete sich erstreckt, jedoch an Dicke von den abgelagerten Schichten zumeist übertroffen wird. Der Festigkeitsgrad dieser Gehäuse hängt nicht allein von der Dicke und Zahl der einzelnen Schichtenbildungen ab, sondern wird auch durch Aufnahme von Kalksalzen bedingt, welche die organische Substanz imprägniren. Die letztere kommt in chemischer Beziehung mit den analogen Theilen der Arthropoden überein und hat sich gleichfalls chitinhaltig ergeben, sowie auch das ganze Verhalten der dünnen Matrix zum abgesonderten starren Gehäuse an die Bildung des Arthropodenpanzers erinnert. Die Gehäuse der einzelnen Individuen von Bryozoen sind in der Regel zu Colonien mit einander vereinigt, die entweder flächenartig ausgebreitet sind oder, auf die mannichfaltigste Art verzweigt, an einem gemeinsamen Stocke sich erheben, in allen Fällen aber an andere Gegenstände befestigt sind.

Mit der bei den höheren Molluskenclassen bestehenden Formation eines Mantels steht die Absonderung von Schalen oder Gehäusen in inniger Verbindung. Bei einer vergleichenden Betrachtung dieser Productionen gibt sich ein, in den einzelnen Abtheilungen verschiedenen Schwankungen unterworfenes Fortschreiten vom Niederen zum Höheren durch den Umstand zu erkennen, dass die unteren Weichthierorganismen immer durch mächtige Gehäuseentfaltung ausgezeichnet sind, während die höherstehenden eine Reduction dieser Bildungen aufweisen. Die massige Entwicklung eines Gehäuses tritt als Hemmniss der freien Ortsbewegung an die Stelle des Festsitzens am Boden *). Wir können somit eine für sich

*) Festsitzend sind ausser den Bryozoen noch die Brachiopoden, bei denen die Terebrateln einen die eine Schale in der Nähe des Schlosses durchsetzenden, kurzen, elastischen Stiel besitzen, während der zwischen den beiden Schalen der

hoch entwickelte Schalenformation nicht als den Ausdruck einer hoch stehenden Organisation des gesammten Thieres fassen, sondern müssen sie vielmehr als einer niederen Stufe der Lebensform angehörig ansehen *). — Die höchste Stufe der Gehäusebildung treffen wir bei den Lamellibranchiaten, deren vom Rücken gegen die Bauchseite sich umschlagender Mantel zwei bald gleichartig, bald ungleichartig gestaltete Schalen trägt, die in verschiedenem Grade das Thier zu umschliessen im Stande sind. Auf der Mitte des Rückens sind beide Schalen entweder durch ein »Schloss,« oder mittelst eines elastischen Bandes, oder auf beide Weisen mit einander vereinigt. Die Grösse der Schalen steht in der Regel im umgekehrten Verhältnisse zur Verwachsung des Mantels, so dass jene Muschelthiere, deren Mantel unter röhrenförmiger Ausdehnung den ganzen Körper verschliesst, die relativ kleinsten Schalen besitzen. Das Wachsthum der Schalen geht vorzüglich am freien Rande vor sich und erfolgt hier durch schichtenweise Anlagerungen von Seite des Mantels, die sich auf der Oberfläche der Schale als concentrische Ringe zu erkennen geben. Die Verdickung der Schale geht an der ganzen Innenfläche vor sich und wird gleichfalls vom Mantel, und zwar von dessen Oberfläche besorgt. Durch diesen verschiedenen Modus der Bildung entstehen auch verschiedene Structurverhältnisse der fertigen Schale, deren innerer Theil aus zahlreichen, über einander liegenden und gefalteten Schichten besteht, aus denen sich der Perlmutterglanz ableitet. Auf diese Perlmutterschichte folgt die äussere, aus senkrechten Säulchen zusammengesetzte, die ihre Entstehung dem Mantelrande verdankt. Auf Rechnung des letzteren kommt auch der hornartige Ueberzug (die sogenannte Epidermis) vieler Muschelschalen **).

Für die Cephalophoren sind Schalenbildungen gleichfalls noch characteristische Attribute. Der einfache, auf dem Rücken des Thieres sich bruchsackartig ausstülpende und die Eingeweide aufnehmende Man-

---

Lingulen hervorkommende Stiel durch seine Länge und Beweglichkeit ausgezeichnet ist.

*) Es gilt das Gesagte nur in allgemeinster Weise, und eine hier vorzunehmende Vergleichung darf sich immer nur auf sonst einander nahe stehende oder in der übrigen Organisation doch ähnlich gebildete Formen erstrecken. So können wir einen der Schalenbildung gänzlich entbehrenden Tunicaten, z. B. eine Salpe oder Ascidie, nicht deshalb über ein Muschelthier stellen, weil letzteres mit einer Schale belastet ist, denn der Plan eines Tunicaten ist für sich schon ausschlaggebend und lässt diese Thiere niedriger organisirt erscheinen. Wohl aber können wir z. B. bei den Gasteropoden die nackten Lungenschnecken den gehäusetragenden überordnen. Der Plan beider ist ein gemeinsamer, somit kann der Besitz eines Gehäuses den Ausschlag geben.

**) Die verschiedenen Formen der Schalen der Muschelthiere, wichtige Objecte der beschreibenden Zoologie, müssen natürlich hier übergangen werden. Ueber das Allgemeine vergleiche vorzüglich: Johnston, Einleitung in die Conchyliologie, übers. von Bronn. Stuttgart 1854. Die feinere Structur der Muschelschalen behandeln: Carpenter, Artikel *Shell* in der *Cyclopaedia of Anatomy and Physiology;* auch Leydig, Lehrb. der Histologie.

tel bildet hier nur eine einfache Schale, die in den verschiedensten Zuständen der Entwickelung zu treffen ist. Sie wird entweder nur durch schichtenweise Ablagerung organischer Substanz gebildet und ist dann biegsam, ja sogar weich, bis zu gallertiger Beschaffenheit, oder sie erlangt durch Aufnahme von Kalksalzen eine grössere Festigkeit und wird je nach dem Vorwalten des Kalkes und der Dicke und Zahl der abgesetzten Schichten zu einem mehr oder minder massiven Gehäuse. Mit dem Baue der Muschelschalen verglichen, entspricht sie der Perlmutterschichte derselben. Nicht selten kommt auch noch eine »Epidermis« hinzu, die dann der Epidermis der Muschelschalen analog erscheint. Der Entwickelungsgrad der Schale zeigt in der Classe der Cephalophoren die grösste Ausdehnung, und ersterem entsprechen auch im Allgemeinen die Formen, die von einfach napfförmigen bis zu vielfach gewundenen Gehäusen variiren. Die mächtigsten Gehäuse zeigen die meisten seebewohnenden Ctenobranchiaten, bei denen eine Verdickung der Schale nicht selten noch von aussen her, nämlich durch neue Ablagerungen von Seiten des über die Schale geschlagenen Mantelrandes, bewerkstelligt wird (z. B. *Cassis*, *Cypraea*, *Oliva* u. a.). Leichter gebaut ist die Schale der schwimmenden Pteropoden, wie auch der meisten an den Küsten oder in süssen Gewässern lebenden Ctenobranchiaten. An diese reihen sich die Helicinen, bei denen noch der Umstand bemerkenswerth ist, dass die Schale ursprünglich als innere auftritt und vom Mantel vollständig umschlossen ist. Erst mit der Entstehung der Windungen hebt sich die Manteldecke von dem Gehäuse ab, nur noch dessen Rand überkleidend und so von aussen her zum Wachsthume der Schale beitragend *). — Persistirende innere Schalen, die also dem früheren Zustande der vorhin erwähnten entsprechen, tragen auch mehrere Pteropoden (*Cymbulia Tiedemannia*) **), sowie auch der wenig entwickelte Mantel der Pleurobranchiaten ein bald vollständig umschlossenes, bald nur mit einem kleinen Theile vorragendes Gehäuse birgt. Dieselben Verhältnisse des Mantels gehen auch bei den nackten Lungenschnecken mit einer solchen Gehäusebildung einher, und es ist entweder nur eine winzige Schale dem kleinen Mantel aufgesetzt, wie bei *Testacella*, oder es wird eine flache Schalenlamelle vom Mantel vollständig geborgen, wie bei *Limax*, oder es reducirt sich die ganze Schalenformation nur auf einige unzusammenhängende Kalkconcretionen, wie sie im Mantel von

*) Vergl. meine Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Landpulmonaten, Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. III, 1851.

**) Wie in der Form und im Grade der Ausbildung, so herrscht auch in der Zusammensetzung dieser Schalen eine grosse Verschiedenheit; von weicher, fast gallertartiger Consistenz ist die Tiedmanniaschale, fester, fast knorpelartig jene von *Cymbulia*, und als eine derbe, aber, wie die beiden oben erwähnten, des Kalkes vollständig entbehrende Lamelle erscheint die Schale der Aplysien, bei denen die Verkalkung nur durch äussere, der hyalinen Lamelle angelagerte amorphe Kalkscherbchen angedeutet ist.

Arion zu treffen sind. Endlich ist bei einer nicht geringen Abtheilung von Cephalophoren das Vorkommen einer Schale nur ein Vorübergehendes, nur auf die ersten Lebensstadien beschränkt. Mit solchen nur napfformigen oder conischen Schalen sind die Larven der Abranchiaten und Gymnobranchiaten ausgestattet; auch die nackten Pteropoden zählen hierher, und unter den Heteropoden *Pterotrachea* *).

Noch auffallender erscheint der Besitz einer Schale als niederer Typus bei den Cephalopoden, da hier nicht allein in der ganzen geologischen Reihenfolge dieser Thiere eine abnehmende Schalenbildung zu beobachten ist, sondern auch unter den lebenden Formen wieder nur diejenigen mit einer Schale versehen sind, welche an ihrer gesammten Organisation den Stempel eines niederen Bildungsgrades tragen. — Die Structurverhältnisse der Cephalopodenschalen reihen sich an das von den Cephalophoren Gesagte an, und auch die Beziehungen der Schale zum Körper, d. i. zu einem als Mantel erscheinenden Theile des dorsalen Integumentes, sind ganz dieselben, wie auch die Formverhältnisse übereinstimmend sind.

Es sind entweder gerade gestreckte (diese nur untergegangenen Familien angehörig), oder gewundene Gehäuse, die, vom Mantel gebildet, das Thier bald vollständig umhüllen, bald in rudimentärer Bildung auftretend, im Innern des Mantels verborgen sind und dann unter Aufgeben ihrer Bedeutung als Gehäuse nur noch wie innere Stützorgane erscheinen. Die vollkommener ausgebildeten Gehäuse der Cephalopoden, wie sie uns bei den fossilen Ammoniten, Orthoceratiten und den durch eine einzige Gattung in der gegenwärtigen Schöpfung repräsentirten Nautiliden entgegentreten, zeigen einen von jenem der Cephalophorengehäuse verschiedenen Bau. Sie sind nämlich in einzelne hinter einander gelegene Kammern getheilt, von denen nur die vorderste vom Thiere bewohnt wird, obgleich auch die hinteren durch eine röhrenförmige, die Scheidewände durchsetzende Verlängerung (Sipho) des Thieres mit letzterem in inniger Verbindung stehen. So verhalten sich die geraden Gehäuse der fossilen Orthoceratiten, die in einer Ebene spiralig gewundenen der Ammoniten und jene der Nautiliden. Bei den letzteren schlägt sich ein Mantellappen von der Rückseite des Thieres über einen Theil der Schale hinweg und scheint zur Verdickung derselben beizutragen. Fast ganz in den Mantel eingeschlossen treffen wir das ähnlich wie bei *Nautilus* construirte, in seinen Windungen jedoch nicht zusammenschliessende Gehäuse von *Spirula* und den Uebergang von den vollständig nur vom Mantel umhüllten Schalen zu jenen, die im Mantel verborgen sind, bilden

*) Die eigenthümlichen Gehäuse der Chitonen können den oben skizzirten Schalenbildungen nicht beigerechnet werden, insofern sie nach einem etwas verschiedenen Typus sich bilden und durch ihre Gliederung an die Integumentbildung der Würmer sich anreihen. — Zu den Gehäusebildungen gehören auch die »Deckel« der Kammkiemer.

die Gehäuse der fossilen Belemniten. Dieser Vermittlung wegen sind die Reste dieser wahrscheinlich zum grossen Theile inneren Schalenformationen von grosser morphologischer Wichtigkeit. Die Kammerbildung erscheint hier nur auf einen kleinen kegelförmigen Theil, den sogenannten Phragmoconus, beschränkt. Die einzelnen, wie horizontale Kegelschnitte über einander geschichteten Kammern, welche Abtheilungen des Phragmoconus bilden, waren auch hier durch einen Sipho unter einander in Verbindung gesetzt und der ganze Phragmoconus von Verdickungsschichten umhüllt, die sich jedoch nicht gleichmässig über ihn ausdehnten, sondern hinter seiner Spitze einen mächtigen soliden Fortsatz, das sogenannte Rostrum, den bei weitem häufigsten Schalenrest darstellten. Der nach vorne von einer Seite über die Basis des Phragmoconus hinaus sich erstreckende lamellenartig ausgebreitete Abschnitt der Verdickungsschichten wird als »Hornblatt« bezeichnet. Es muss der Phragmoconus als das Homologon der gekammerten Schalen der anderen Cephalopoden angesehen werden, während die von ihm ausgehende Lamelle, das sogenannte Hornblatt, wie eine einfache Verlängerung der vordersten Kammerwand sich darstellt und die massive Spitze (Rostrum), die sich von der ganzen Schale am vollständigsten erhalten zeigt, auf einfache, von dem umgeschlagenen Mantel gebildete Verdickungsschichten reducirt werden muss.

Eine völlig im Mantel verborgene, selten mit einer hinteren Spitze hervorragende und dadurch schon an die Schalenbildung der Belemniten erinnernde flache Schale stellt das als »*Os Sepiae*« bekannte Gehäuse der Sepiden vor. Es besteht aus mehrfachen an organischer Substanz reichen Schichten, welche durch Schichten von Kalkeinlagerungen von einander getrennt sind*), so dass es aus mehrfachen über einander gelagerten Blättern zusammengesetzt erscheint. Die äusserste, der sogenannten Rückenoberfläche des Thieres zugewandte Lamelle ist von besonde-

*) Das Studium der Schalenbildungen der Cephalopoden, der lebenden sowohl wie der fossilen, gewährt insofern ein nicht unbedeutendes morphologisches Interesse, als man hier durch alle Formen hindurch eine und dieselbe planmässige Bildung ausgeführt sieht, und auch diejenigen Gehäuse, die in ihrer Form von jenem Plane sich am meisten zu entfernen scheinen, dennoch selbst in der rudimentärsten Bildung deutliche Spuren desselben erkennen lassen. Von einer vergleichenden Betrachtung sei hier Folgendes hervorgehoben. Die inneren Schalen gewisser Sepien, die in eine hintere, nach aussen ragende conische Spitze auslaufen, z. B. *S. Orbignyana*, lassen sich durch Vergleichung auf jene der Belemniten zurückführen. Die solide Spitze entspricht der Belemnitenscheide (Rostrum), während die Alveolarhöhle der letzteren, sowie das vom Rücken derselben ausgehende Hornblatt dem ganzen übrigen Theile der Sepienschale homolog ist. Die Scheidewände, welche in der Alveole der Belemniten die Kammern des Phragmoconus darstellen, sind nämlich in der Sepienschale durch die flach oder nur wenig concav angesetzten Lamellen repräsentirt, die, anstatt von hohlen Kammern, durch dazwischen gelagerte Kalkschichten geschieden sind. — In der Reihe dieser Schalenbildungen treffen wir somit eine continuirliche Abnahme der Kammerformation, als deren Endglied die Sepienschale mit nur noch angedeuteten Septis erscheint.

rer Festigkeit, und sie ist es, die sich direct in die hintere Spitze auszieht und die Grundlage für die blättrigen Ablagerungen abgibt, die sich auf der Innenfläche der schwach gewölbten Schale bis zu oft beträchtlichem Durchmesser erheben. Noch mehr reducirt ist die Schale der Loliginen, welche nur durch ein langgestrecktes, biegsames, im Rückentheile des Mantels verborgenes Hornblatt (Calamus) dargestellt wird. Seiner Mitte entlang verläuft ein nach aussen vorspringender Kiel, der, oben am stärksten, nach unten zu abnimmt und an den Seiten sich continuirlich in die Ränder des Hornblattes fortsetzt. Es entspricht dieses Schalenrudiment dem äusseren gewölbten und an organischer Substanz reicheren Theile einer Sepienschale und ist auch dem Hornblatte eines Belemnitengehäuses homolog zu erachten. — Endlich findet man in der Gattung *Octopus*, deren Mantel im Nacken nicht mehr vom Kopfe abgesetzt ist, ein Paar dünne Plättchen, dem Rückenintegumente eingelagert, und diese erscheinen als die letzten Ausläufer einer vom Mantel ausgehenden Schalenbildung, welche sich jener bei Cephalophoren beschriebenen somit vollständig parallel verhält. — Mit äusseren, aber ungekammerten Schalen sind zwar auch die Argonauten versehen, allein es können diese Gebilde nicht wohl der eben entwickelten morphologischen Reihe beigezählt werden, da ihre Entstehung nicht vom Mantel ausgeht*).

b) Vom inneren Scelete.

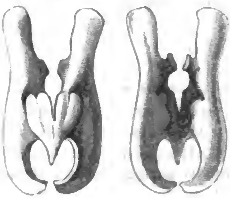
Ein innerer, aus festerem Gewebe bestehender Stützapparat des Körpers oder einzelner Theile desselben ist, wenn wir, wie gebührend, von den nur als schichtenweise Ablagerungen von Seite einer Matrix erfolgenden inneren Schalen absehen, bei den Mollusken nur in den höheren Abtheilungen und auch hier nur in relativ geringer Entwickelung vorhanden. Bei der grössten Mehrzahl der Weichthiere wird der Mangel eines inneren Sceletes aufgewogen durch die Starrheit der äusseren Umhüllungen (Tunicaten), oder durch Hartgebilde, die als Absonderungsproducte von Seite der Oberfläche des Körpers entstehen und die häufig auch zu inneren Stützen werden können. In den mannichfachen Schalen- und Gehäusebildungen haben wir hinreichende Beispiele hierfür gefunden. Auch die unter den Brachiopoden bei den Terebrateln vorkommenden festen Gerüste, auf welchen die Arme fixirt sind, sind nur innere Fortsetzungen der äusseren Schale und deshalb nicht als wahre innere Scelete anzusehen. Es wird dieser Apparat durch zwei von dem Schlosse der nicht durchbohrten Schale ausgehende Leisten gebildet, die, nachdem jede mit einer anderen, vom Boden der Schale kommenden Leiste sich vereinigt hat, nach vorne verlaufen, um dann bogen-

*) Mit solchen Schalen sind nur die Weibchen der Argonauten ausgestattet und zu ihrer Bildung fungiren zwei am Ende lappenartig ausgebreitete Arme, von welchen auch die ganze Oberfläche der Schale umfasst und eingehüllt wird.

förmig sich nach rückwärts zu wenden und in der Mitte zusammenzutreten. — Gänzlich von diesen Armstützen verschieden sind die ersten Andeutungen eines wirklichen inneren Sceletes bei den Cephalophoren. Es liegen im Kopfe dieser Thiere, von der Musculatur des Pharynx umschlossen, die Grundlage derselben abgebend und den Schlundkopfmuskeln zum grossen Theile zur Insertionsstelle dienend, zwei oder vier, mehr oder minder innig unter einander vereinigte Knorpelstücke, die besonders für die Zunge und ihre Adnexa einen Stützapparat bilden. Mit Ausnahme einiger Pteropoden dürften sie in der ganzen Classe der Cephalophoren verbreitet sein.

Reichlicher entwickelt treffen wir innere Scelettheile bei den Cephalopoden. Es besteht eine Anzahl von Knorpelstücken, von denen ein im Kopfe liegendes das bedeutendste ist und mit Hinblick auf seine Beziehungen zu dem Nervensysteme und den höheren Sinnesorganen einem Schädelrudimente verglichen werden kann. Es dient als Hülle des Nervencentrums, als Stütze der Seh- und Gehörwerkzeuge und zur Anfügung einer reich entwickelten Musculatur. Bei *Nautilus* treffen wir den Kopfknorpel (Fig. 74. *A*. *B*) durch zwei unregelmässige, in der Mitte verschmolzene, nach vorne und hinten in Fortsätze ausgezogene Stücke dargestellt, welche den Anfangstheil der Speiseröhre umfassen. Um Vieles mehr entwickelt ist der Kopfknorpel der Dibranchiaten. Er besteht aus einem mittleren, vom Oesophagus durchbohrten Theile und zwei Seitenflügeln, welche bald nur als flache Ausbreitungen erscheinen und dann zur Bildung einer Orbita mit accessorischen Knorpelstücken verbunden sind, bald in höherer Ausbildung auch oben in Fortsätze übergehen und die Orbita vollständig umschliessen. Der mittlere Theil des Kopfknorpels besitst eine Cavität zur Aufnahme der Gehirnmasse, sowie ein Paar (auch bei *Nautilus* von Knorpel umschlossene) Höhlungen, in welche die Gehörorgane eingebettet sind*).

Fig. 74.



Während *Nautilus* und wohl auch die meisten Octopoden im Kopfknorpel das einzige Sceletrudiment besitzen, sind die übrigen Cephalopoden noch mit einer Anzahl anderer Knorpelstücke versehen. Es sind dies zwei hinter einander längs des Rückens liegende Knorpelstücke, von denen das obere, halbmondförmig gestaltete noch im Körper des Thieres lagert, das andere, oblonge, schon im Mantel angebracht ist und

Fig. 74. Knopfknorpel von *Nautilus*, *A*. von unten, *B*. von oben. (Nach Valenciennes.)

*) Bei den Sepien schliesst sich oben an den Kopfknorpel eine dünne Lamelle an, welche der Musculatur der oberen Arme theilweise zum Ansatze dient.

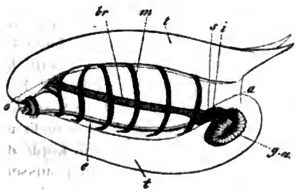
zum Theile den ersteren überdeckt. Die Loliginen besitzen ausserdem noch an der Basis der Flossen ein Paar flacher Knorpelstücke, zwischen welche ein unpaares Mittelstück, oft von beträchtlicher Ausdehnung, eingeschaltet ist*).

c) Von der Musculatur und den Bewegungsorganen.

Aus dem Vorkommen eines mit dem Integumente verbundenen Hautmuskelschlauches, sowie aus der im Ganzen, trotz der vielgestaltigen Modificationen doch einförmigen Bildung der äusseren Stützapparate ist ersichtlich, dass gesonderte Muskelbildungen nur wenig entfaltet sein können. Auch durch den Mangel innerer Stützorgane in den unteren Abtheilungen, oder durch deren geringe Entwicklung in den höheren Classen wird eine complicirte Musculatur unmöglich gemacht.

Die Hautmusculatur ist in ihrer Ausbildung parallel mit der freien Beweglichkeit des Körpers, indem letztere durch sie bedingt wird. Die Entwicklung von Schalen und Gehäusen, als ersterer Eintrag thuend, wird deshalb auch den Hautmuskelschlauch nur in beschränkter Weise entwickelt erscheinen lassen. Bei den festsitzenden Bryozoen und Tunicaten ist er denn auch am wenigsten entfaltet. Dagegen zeigen die freien Tunicaten eine vollkommnere Bildung in dem Vorhandensein kreisförmiger oder sich kreuzender Muskelbänder (Fig. 75. *m.*), die unter der glashellen Mantelschichte (Fig. 75. *A.*) zu treffen sind**).

Fig. 75.



Bei den Brachiopoden sind die Arme mit einer röhrig geformten Muskelschichte versehen, es bildet jeder Arm nach Owen gewissermassen einen geschlossenen Muskelschlauch, der mit Flüssigkeit gefüllt

Fig. 75. *Salpa runcinata.* *o.* Eingangsöffnung. *a.* Auswurfsöffnung. *br.* Kiemenbalken. *e,* Endastglied. *m.* Muskeln. *i.* Eingeweidemasse. *s.* Keimstock. *g, a.* Junge Kette der zweiten Generation. *t.* Mantel.

*) Von geringer Bedeutung sind die sogenannten Schlossknorpel, die man bei den Loliginen — auch bei *Argonauta* — seitlich an der Trichterbasis findet, und welchen knorplige Stellen des gegenüberliegenden Mantelrandes entsprechen.

**) In einzelnen von einander gesonderten Reifen (7—9) besteht die Hautmusculatur bei *Doliolum.* In ähnliche bandartige Partien getrennt erscheinen die Muskeln der Salpen. Sie bilden theils vollständige Ringe, theils sind sie in der Medianlinie offen. Häufig verbinden sie sich durch schräg verlaufende Verzweigungen, die aber, wie die gesammte Musculatur, eine äusserst regelmässige, bei den einzelnen Arten verschiedene Anordnung zeigen.

ist, und durch Contractionen an seinem hinteren Abschnitte die Spiralform des ruhenden Arms in die Länge entfaltet*). Reiche Muskelmassen enthalten auch die beiden Lamellen des Mantels, welche bei den Lamellibranchiaten nur da, wo sie Athemröhren vorstellen, eine entwickeltere Muskellage bilden. Es fungirt diese Musculatur zum Rückziehen der ausgestreckten Siphonen (Fig. 81. *tr. to.*). Auch circuläre Schichten sind an den Athemröhren nachzuweisen.

Beträchtlicher ausgebildet zeigt sich der Hautmuskelschlauch in der Bildung des Fusses, jenes Körpertheiles, der die Bauchseite des Thieres darstellt. Es erleidet dieser Theil schon bei den Lamellibranchiaten eine Reihe von Umbildungen, indem er kurz und stempelförmig gestaltet bei den Bohrmuscheln**) auftritt, bei anderen (*Cardium*) zu einem längeren, knieförmig gebogenen Gebilde umgewandelt ist, mit welchem die Thiere sogar springende Bewegungen vollführen können. Bei den meisten übrigen Muschelthieren (Fig. 81. *p.*) ist er kiel- oder beilförmig gestaltet und dient zum Kriechen. Eine höhere Entwicklung erhält dieses Organ jedoch erst bei den Gasteropoden, wo es in der Regel zu einer platten, fleischigen Sohle gestaltet ist, und längs der ganzen Bauchseite sich ausdehnt. Seine abwechselnden Contractionen und Expansionen bewirken eine langsame Ortsbewegung (Kriechen) und nur bei grösserer seitlicher Ausdehnung wird der Fuss flossenähnlich und fungirt als Ruder beim Schwimmen, eine Umbildung, die in der Familie der Bulliden zu beobachten ist***). Es dürfen derartige Modificationen des Fusses nicht mit jenen Flossenbildungen verwechselt werden, wie wir sie am Kopfe der Pteropoden (Fig. 98. *p. p.*) antreffen, deren Fuss entweder äusserst rudimentär gestaltet, oder doch niemals zu einem selbständig bei der Bewegung functionirenden Organe entfaltet ist****). Auch der senkrecht am Bauche der Heteropoden stehenden Flosse muss hier gedacht wer-

*) Die Owen'sche Angabe von einem völligen Geschlossensein dieses in der Achse der Arme liegenden Flüssigkeitsbehälters harmonirt nicht gut mit der Art und Weise, wie die Bewegung der Arme abgeleitet ist.

**) Der Fuss der Bohrmuscheln besitzt ausser seiner eigenthümlichen Form, zu welcher die Klaffmuscheln (*Mya, Solen* u. a.) Uebergänge bilden, noch eine besondere Einrichtung, indem seiner Oberfläche feste Kieseltheilchen eingebettet sind, die wie die Zähne einer Feile auf die Bohrfläche einwirken, und die destructive Thätigkeit dieses Theils viel leichter erklären, als die Annahme einer vom Fusse abgesonderten ätzenden Flüssigkeit, oder einer Vermittlung der durch das Flimmerepithel erregten Wasserströme.

***) Am ausgebildetsten sind diese ventralen durch seitliche Verbreiterung des Fusses gebildeten Flossen bei *Gasteropteron*.

****) Der Fuss der Pteropoden erscheint entweder nur als ein kurzer, zipfelförmiger Anhang an der Bauchseite meist am Kopfe (*Creseis*), oder stellt ein breites, hufeisenförmiges Organ vor (*Pneumodermon*), oder erscheint als eine seitlich mit dem Kopflappen verwachsene Lamelle (*Hyalea*). — Eine ähnliche Umbildung des Fusses zu einem dreilappigen kurzen Fortsatze besitzt unter den Gasteropoden *Dentalium*, welche Gattung auch in ihrer Entwicklung mehrfache Anschlüsse an die Pteropoden aufweist. —

den, indem sie sich gleichfalls als ein modificirter Fuss erkennen lässt, der zugleich den höchsten Grad der Selbständigkeit erreicht hat. Von den übrigen Körpertheilen ist bei den schalentragenden Gasteropoden, wie auch bei Pteropoden vorzüglich der Mantelrand mit musculösen Elementen ausgestattet und zeigt sich beträchtlich contractil.

In der Classe der Cephalopoden ist vorzüglich die den Armen angehörige Musculatur sehr ausgebildet und in viele gesonderte Bündel getheilt, von denen ein Theil am knorpeligen Schädelrudimente seinen Ursprung nimmt. Am Mantel ist vorzüglich um den Eingang der Mantelhöhle eine mächtige Muskelschichte entwickelt, welche für das Ausstossen des Wassers aus jener Höhle von Bedeutung ist. Als das dem Fusse der übrigen Mollusken analoge, aber sehr modificirte Organ ist der sogenannte Trichter (vergl. Fig. 105. *i.*) zu betrachten. Es ist ein auf der Bauchseite des Thieres, dicht unter dem Kopfe liegendes Gebilde, welches bei *Nautilus* aus einem einfachen, an den Rändern freien Lappen besteht, der, indem er sich zusammenschlägt, eine trichterähnliche Röhre darstellt, als welche das gleiche Organ bei den übrigen Cephalopoden beständig erscheint. Man kann sich den Trichter der Dibranchiaten aus einem Verwachsen des Bauchlappens von *Nautilus* hervorgegangen denken *), sowie sich vom *Nautilus* aus die Homologie mit dem Fusse der Cephalophoren darthun lässt (vergl. Fig. 97. *A. B. p.*). Die weitere Oeffnung des Trichters geht in die Mantelhöhle, und häufig wird in letzterer der ganze untere Abschnitt jenes Organes geborgen. Die vordere engere Oeffnung ist nach aussen gerichtet. Die Wände des Trichters sind bedeutend musculös, mit vorwiegend circulären Schichten. Auch in dieser Modification als Trichter ist der Fuss der Cephalopoden noch bei der Ortsbewegung wesentlich betheiligt, indem das aus der Mantelhöhle durch Contraction des Mantels und engen Anschluss des Mantelrandes an die Oberfläche des Trichters durch letzteren hindurchströmende Wasser nochmals durch die Trichterwandung stossweise ausgetrieben wird und das Thier bei einem jeden Contractionsacte dadurch nach rückwärts bewegt. Ausser dieser Art der Locomotion kommen auch noch kriechende Bewegungen vor, welche durch die Arme der Thiere vermittelt werden. Doch ist die durch Mantelhöhle und Trichter erzeugte Ortsbewegung immer als die typische der Cephalopoden anzusehen **).

---

*) In der That entwickelt sich der Trichter der Dibranchiaten aus einer flach ausgebreiteten Lamelle.

**) Was die Morphologie des Fusses der Mollusken angeht, so glaube ich für die Begriffsbestimmung dieses Theiles an der relativen Lage desselben festhalten zu müssen, wobei denn alle anderen fremdartigen Bildungen, wenn sie auch mit dem Fusse zum Theile verwachsen scheinen, sich leicht ausschliessen lassen. So z. B. die Kopflappen mancher Pteropoden, (Hyaleaceen und Cymbulieen). Auch die sogenannten Arme der Brachiopoden lassen sich dann nicht mehr als Homologa eines Fusses ansehen, wenn man letzteren als ein an der Bauchseite des

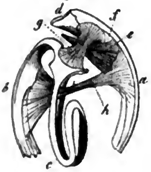
Als besondere, nicht auf die Fussbildung reducirbare Locomotionswerkzeuge der Mollusken sind die bereits mehrfach erwähnten Flossen der Pteropoden anzuführen. Es sind hautartige, musculöse Ausbreitungen, die entweder am Kopfe dicht über dem Munde ihren Ursprung haben und bald mit dem Fusse sich vereinigen (Hyaleaceen), bald auch noch unter einander zu einem scheibenförmigen Organe verbunden sind (Cymbulieen), oder bei deutlicher geschiedenem Kopfe seitlich am Halse stehen Clioideen). Zwei solche symmetrisch zu beiden Seiten des Körpers angeordnete Flossen besitzen auch die zehnarmigen Cephalopoden, wo sie in Form eines nur schmalen Hautsaumes die Seitenränder des Körpers umgeben, oder auch als stärker ausgezogene dreieckige Lappen dem sogenannten Hintertheile des Körpers angefügt sind *).

Thieres entwickeltes, stets unter der Mundöffnung gelegenes Organ festgestellt hat. Was sich über dem Munde oder seitlich von ihm findet, muss als anderen Organreihen angehörig betrachtet werden. Will man den Begriff auf alle vom Hautmuskelschlauche ausgehenden, eigenthümlichen Bildungen ausdehnen, so gewinnt vielleicht die Reihe der als Fussmodificationen angesehenen Organe an Mannichfaltigkeit; allein sie verliert ebenso an Festigkeit der Basis, und die Deutung wird eine willkürliche. Von der Beständigkeit der Lage des Fusses ausgehend, muss auch die Bestimmung der übrigen Körperpartien und ihre Vergleichung mit anderen homologen vorgenommen werden. Dadurch werden selbst schwieriger verständliche Formverhältnisse klar, und es lässt sich in ihnen der einer ganzen Thiergruppe zu Grunde liegende Plan wiedererkennen. Nehmen wir bei einer Vergleichung des Cephalopodenkörpers mit dem der andern Mollusken den Fuss zum Ausgangspuncte, so ergibt sich der Kopf dieser Thiere als Vordertheil des gesammten Körpers, wobei sich zugleich der übrige, vom Mantel umschlossene Körper der Cephalopoden als Rücken herausstellt. Man muss sich bei dieser Auffassung das Thier so gestellt denken, dass es mit dem Trichter nach unten, mit dem sogenannten Hintertheile des Körpers nach oben, und mit dem Kopfe nach vorne gerichtet ist. Die gewöhnlich als Bauchfläche bezeichnete Seite ist nur die Hinterseite des Rückens, und die sonst als Rücken bezeichnete stellt nur die vordere Fläche desselben vor. Bei den Pteropoden gilt ganz dasselbe. Die Homologien der äusseren Körperform dieser Thiere sind mit jenen der Cephalopoden ganz überraschend (vergl. das schematische Diagramm Fig. 97. *A. B. p.*). Es stimmt damit auch die Lage der Mantel- oder Kiemenhöhle überein. Wir können somit die Körperform der Cephalopoden und Pteropoden mit der rudimentären Bildung des Fusses und der beträchtlichen Entwicklung des dorsalen Körpertheiles in Einklang bringen. (Vergl. auch hierüber R. Leuckart, über die Morphologie und die Verwandschaftsverhältnisse u. s. w. pag. 156.) Denken wir uns den trichterartigen Fuss eines *Pneumodermon* oder den Trichter eines *Octopus* in eine fleischige, langgestreckte Sohle verwandelt, so wird der übrige, sie überlagernde Körper, der bei jenen Thieren in die Länge ausgedehnt ist, entsprechend flach erscheinen und dann die Rückenfläche des Thieres darstellen. Der Eingang in die Mantelhöhle des *Octopus* drehte sich hinten auf dem Rücken, sowie er auch in denselben Beziehungen bei den mit einer Kiemenhöhle versehenen Pteropoden sich findet.

*) In der bilateralen Flossenbildung kann man von den Pteropoden aus zu den Cephalopoden eine continuirliche Reihe erkennen, in welcher die Flossen vom Kopfe abwärts immer weiter an den Körper nach hinten rücken, doch möchte ich die eigentlichen Kopfflossen der Pteropoden, wie sie bei Hyaleaceen sich finden und die seitlich am Halse stehenden der Pneumodermen aus einander

Von inneren, nicht mit dem Integumente in enger Beziehung stehenden Muskeln verdienen folgende hervorgehoben zu werden: Bei den Muschelthieren vorzüglich die Schliessmuskeln, quer oder schräg durch den Körper ziehende, von einer Schale zur andern tretende Muskelbündel, die bei den Lamellibranchiaten entweder zwei weit von einander liegende Muskeln (der eine davon liegt vorne, Fig. 81. *ma.*, der andere hinten, *mp.*) vorstellen, oder sich einander nähern und dann sogar zu einer einzigen Muskelmasse zusammentreten können, welche dann die Mitte der Schale einnimmt*). Complicirter sind die Schliessmuskeln bei den Brachiopoden, bei denen der Körper durch eine grössere Zahl getrennter Bündel in meist schrägem Verlaufe durchsetzt wird (vergl. Fig. 76.). Unter den übrigen Mollusken bestehen hierfür keine Homologa.

Fig. 76.



Rückziehmuskeln des Körpers sind da ausgebildet, wo ein einfaches Gehäuse besteht. Sie sind schon bei den Bryozoen sehr entwickelt und werden hier durch ein Bündel einzelner, im Grunde des Gehäuses entspringender Fasern dargestellt, welche gerade zum Vordertheile emporsteigen, um sich theilweise am Darmcanale, theilweise an der Tentakelbasis, theilweise auch an dem vordersten, einstülpbaren Theile des Gehäuses zu befestigen (Fig. 87. *A. m. r.*). Sie ziehen die Tentakel und mit diesen den vorderen Körpertheil nach innen. Das Analogon dieses Retractors scheint bei Tunicaten und Brachiopoden zu fehlen, und bei den Lamellibranchiaten wird das Einziehen der hervorgestreckten Körpertheile vorzüglich durch die Hautmusculatur zu Stande gebracht. Dagegen ist bei allen schalentragenden Cephalophoren ein solcher Rückziehmuskel zu finden. Er entspringt immer im Grunde des Gehäuses und begibt sich, an Volumen zunehmend, an die vorderen Körpertheile, bei den Pteropoden in die Kopflappen ausstrahlend, bei Gasteropoden Kopf und Fuss versorgend. Er gibt auch besondere

Fig. 76. Musculatur von *Terebratula*. *a, b.* Die beiden Schalenhälften. *c.* Das Armgerüste. *d.* Der Stiel. *e. f. g. h.* Musculatur zum Oeffnen und Schliessen der Schale (nach Owen).

---

halten, und nur letztere mit den Flossen der Cephalopoden morphologisch verglichen wissen.

*) Man hat die Muschelthiere nach dem Besitze eines einfachen oder doppelten Schliessmuskels zu unterscheiden gesucht (*Monomyaria, Dimyaria*). Da jedoch zwischen beiden Formen durch Annäherung der Muskeln Uebergänge sich finden, so ist eine solche Trennung unzulässig geworden. Nur einen einzigen Schliessmuskel besitzen die Austern, die Hammermuscheln u. a. Ein eigenthümliches Verhalten zeigt der Schliessmuskel bei der Gattung *Anomia*, bei welcher die eine flache, am Boden festsitzende Schale eine Oeffnung besitzt, durch welche ein Theil des Schliessmuskels tritt und dem Thiere zur Befestigung dient.

Bündel an andere hervorstreckbare Theile, so an die Tentakeln, an das Begattungsorgan und auch an den Pharynx ab. Da er von der Spindel des Gehäuses entspringt und auch in seinem Verlaufe ihr anliegt, so wurde er als *M. columellaris* bezeichnet. Auch bei den Heteropoden ist er entwickelt, selbst da, wo die Gehäusebildung zurückgetreten ist (*Carinaria*), oder wo sie vollständig fehlt (*Pterotrachea*). Er hat hier seine vorzügliche Endausbreitung in dem flossenartigen Fusse und bewirkt die Anziehung desselben an den Körper.

Die Modification des Fusses zu einem Trichter lässt bei den Cephalopoden die dem Rückziehmuskel der Cephalophoren analoge Muskelpartie in anderer Weise verlaufen. Es entspringt bei *Nautilus* eine sehr mächtige Muskelmasse von den seitlichen Theilen des Kopfknorpels und begibt sich, nach abwärts steigend, zur Schale. Auch die mit einer inneren Schale versehenen Cephalopoden besitzen diese Muskeln, die hier an jeder Seite des Kopfknorpels entspringen und an die häutige Schalenhülle sich anfügen. Sie sind jedoch gegen die übrigen, im Rücken gelagerten Muskelmassen nur unbeträchtlich, und dies in um so grösserem Maasse, je geringer die Schale ausgebildet ist.

§. 33.

Organe der Empfindung.

a) Vom Nervensystem.

Die Anordnung des Nervensystems der Mollusken geht aus demselben Plane hervor, den wir bei Würmern und Gliederthieren auftreten und nach verschiedenen Richtungen sich entwickeln sahen. Ein auf dem Schlunde liegender Centraltheil, aus einer verschiedenen Anzahl von Ganglien zusammengesetzt, bildet die Hauptmasse und kann einem Gehirne analog angesehen werden. Wie in den oben genannten Thierabtheilungen, geht auch hier ein den Schlund umfassender Nervenstrang von den Centraltheilen aus und bildet einen Schlundring, in welchem sich unten noch Ganglienmassen einlagern. Der Rückenknoten ist anfänglich einziges Centralorgan. Erst mit einer höheren Organisation erscheinen deren mehrere, und es tritt alsdann die untere Schlundganglienmasse mit Beständigkeit auf. Sie ist aequivalent dem Bauchmarke der Ringelwürmer und Arthropoden. Der so gebildete typische Schlundring erleidet eine Reihe von Modificationen, die sich vorzüglich in der wechselnden Lagerung der Ganglien, sowie in einer ferneren Differenzirung dieser Theile kund geben. Es können die Ganglien in ihrer Masse bald oben oder unten, bald auch mehr seitlich präponderiren. So können die unteren zur Seite rücken und sowohl unter sich als auch mit den oberen durch lange Commissuren verbunden sein; oder sie können sich mit den oberen so gruppiren, dass eine untere Schlundmasse zu fehlen scheint und nur ein einziger Commissurstrang den Schlundring vervollständigt. Hiermit steht auch der Umstand in Verbindung, dass

die Nerven für gewisse Sinnesorgane eine so verschiedene Ursprungsstelle zeigen und bald von den oberen, bald von den unteren Ganglienmassen hervorgehen. Die wechselnde Lagerung der Ganglien, die fast an allen Theilen des Schlundringes statthaben kann, lehrt zugleich, dass die Annahme eines absoluten Mangels einzelner Abschnitte des Gangliensystemes eine ungerechtfertigte ist, so dass wir also da, wo z. B. nur ein einziges Ganglion oben oder unten an einem Schlundringe vorkommt, dasselbe nicht blos einem oberen oder blos einem unteren Schlundganglion aequivalent ansehen dürfen, sondern es muss solches als der ganzen Summe von Ganglien, die in entwickelteren Verhältnissen am Schlundringe sich finden, homolog betrachtet werden.

Das peripherische Nervensystem geht aus den Centraltheilen des Schlundringes hervor und vertheilt sich an den Körper, ohne fernere Ganglienbildungen einzugehen. Dagegen stehen mit den oberen Schlundganglien (seltener mit den unteren) noch eine Anzahl anderer Ganglien durch verschieden lange Commissuren in Verbindung, die wir sammt den von ihnen ausgehenden Nerven als ein sympathisches oder Eingeweidenervensystem ansehen. In der allgemeinen Anlage entspricht dasselbe jenem bei den Arthropoden gefundenen und zerfällt wie dieses in einen vorderen und hinteren Abschnitt. —

In den einzelnen Classen der Mollusken finden wir die Einrichtung des Nervensystems in folgender Weise:

Man kann die Bryozoen als jene Abtheilung ansehen, die auch bezüglich des Nervensystems auf der niedrigsten Stufe steht, jener analog, die wir bei den Räderthieren unter den Arthropoden sahen. Es liegt ein einfacher Ganglienknoten zwischen Mund und Analöffnung und sendet ausser starken Aesten an die Tentakel noch zwei Nerven um den Oesophagus, die also einen Schlundring zu Stande bringen. Doch wird dieses letzte Verhalten von mehreren Forschern in Abrede gestellt*).

In engem Anschlusse mit der vorigen Bildung steht das Nervensystem der Tunicaten, unter denen die Ascidien in einem zwischen der Eingangs- und Auswurfsöffnung des Körpers gelagerten Ganglion das unzweifelhafte Homologon zu dem Ganglion der Bryozoen besitzen. Ein Paar zarter Nervenstämmchen umfasst schleifenförmig die Eingangsöffnung und muss der Schlundringcommissur der übrigen Mollusken analog erachtet werden. Bei den andern Tunicaten (*Salpen*, *Doliolum*) liegt das Nervencentrum auf dem Rücken des Thieres und ist durch seine Grösse ausgezeichnet. Ungeachtet dieser scheinbar abweichenden Lage

*) Während van Beneden die Existenz eines vollständigen Schlundringes (bei *Alcyonella*) vertritt, wird ein solcher von Allman geläugnet. Dumortier gibt dagegen für alle Bryozoen auch noch ein unteres Schlundganglion an, dessen Vorhandensein jedoch wenig wahrscheinlich ist. — Bemerkenswerth ist noch, dass bei Vorhandensein eines Lophophors (seitlicher, den Mund umgebender Lappen, auf denen die Tentakeln stehen) die zu den Tentakeln gehenden Nerven eine Strecke weit in zwei starken Stämmen vereinigt sind.

lässt es sich doch auf jenes der Ascidien zurückführen, wenn wir dabei die Veränderung der Gestalt des Körpers in Anschlag bringen. Denken wir uns den bei Ascidien zwischen Eingangs- und Auswurfsöffnung befindlichen Raum so vergrössert, dass beide Oeffnungen die Enden des nunmehr cylindrischen Körpers einnehmen, so wird das Ganglion die nämliche Lage wie bei den Salpen erhalten*). Die peripherischen Nerven strahlen in symmetrischer Anordnung vom Centralorgane aus und finden ihre Verbreitung vorzüglich im Mantel und den Muskelreifen.

Ueber die Verhältnisse des Nervensystems der Brachiopoden sind genauere Thatsachen nur in unzulänglicher Weise bekannt. Doch scheint auch den Brachiopoden ein den Schlund umgebender Nervenring zuzukommen, wie aus den vor dem Oesophagus und über dem Oesophagus gefundenen Ganglien zu schliessen ist.

Bei den Lamellibranchiaten**) finden wir eine relativ geringe Entwicklung der oberen Schlundganglien, was sich aus der geringen Entfaltung des Kopftheiles und dem Mangel damit verbundener Sinnesorgane erklärt. Es tritt das obere, meist dicht über der Mundöffnung gelegene Ganglienpaar, sehr häufig so zur Seite, dass zwischen ihm eine längere Commissur besteht, Fig. 77. *B. a.* (Dies ist z. B. der Fall bei *Lucina*, *Panopaea*, *Pholas*, *Anodonta*, *Unio*, *Mytilus*, *Arca*, *Cardium* u. a.) Die unteren Schlundganglien (*b*) haben den Verbreitungsbezirk ihrer Nerven in dem Bauchtheile des Körpers und hier speciell im Fusse, so dass sie auch als Fussganglien (*ganglia pedalia*) bezeichnet werden dürfen. Sie lagern an der Basis des Fusses, zuweilen

Fig. 77.

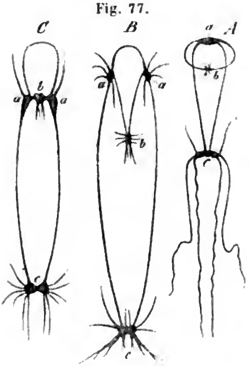


Fig. 77. Nervensystem der Lamellibranchiaten. *A.* von *Jesedo*, *B.* von *Anodonta*, *C.* von *Pecten*. *a.* Obere Schlundganglien (Gehirnganglien). *b.* Untere Schlundganglien. *c.* Kiemen- oder Eingeweideganglien.

*) Bei den Pyrosomen hat das Nervensystem dieselbe Lagerung wie bei den übrigen Ascidien. Sehr abweichend dagegen findet es sich bei den Appendicularien, indem es hier an jener Fläche des Körpers liegt, welche der die Afteröffnung tragenden gegenüber steht. Doch geht von dem Ganglion ein vollständiger Nervenring um die Eingangsöffnung des Körpers. —

**) Für die Kenntniss des Nervensystems der Lamellibranchiaten ist vorzüglich wichtig die Schrift von Duvernoy, *Mémoires sur le systeme nerveux des mollusques acéphales* (*Extrait du tome XXIV. des mémoires de l'Académie des sciences*) *Paris* 1853.

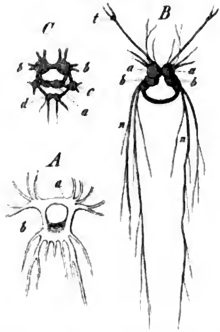
auch tiefer in ihn eingebettet, woraus hervorgeht, dass ihre Beziehungen zum Schlunde nur höchst oberflächlich sind, und es bei den übrigen Mollusken eigentlich nur die dem Schlunde benachbarte Lage des Fusses ist, wodurch jene Ganglien unter die Speiseröhre zu liegen kommen. Je nach der Entwicklung des Fusses und der Entfernung desselben vom vorderen Theile des Körpers sind die Commissurstränge von verschiedener Länge. Bei wenig ausgebildetem Fusse, oder wenn derselbe sehr weit nach vorne gerückt ist, können obere und untere Schlundganglien einander beträchtlich genähert sein (bei *Solen*, *Mactra*). Es kann sogar eine Aneinanderlagerung stattfinden, wie dies bei *Pecten* sich trifft (Fig. 77. *C.*), wo dann die durch eine weitgespannte Bogencommissur verbundenen oberen Ganglien (*a*) die kleineren Fussganglien zwischen sich nehmen. Die Ausbildung der Fussganglien hängt von der Entwicklung des Fusses ab. Sie sind in der Regel innig mit einander verbunden, jedoch so, dass sie noch deutlich als ein discretes Paar zu erkennen sind. Die peripherischen Nerven der oberen Schlund- oder Gehirnganglien haben ihre vorzügliche Verbreitung in den dem Munde zunächst gelegenen Körpertheilen und senden auch Aeste zum Mantel. Bei einigen sind diese Mantelnerven (Fig. 81. *t.*) als zwei starke Stämme erscheinend, die dann am Rande des Mantels mit anderen, dem Eingeweidenervensysteme angehörigen Aesten sich verbinden und entweder einen einfachen stärkeren Randnerven, oder ein förmliches Nervengeflechte darstellen helfen. Ausser diesen kommen noch zwei, meist sehr ansehnliche Nervenstämme aus den Gehirnganglien hervor und verlaufen gerade nach hinten zu einem grösseren Ganglion, welches wir dem Eingeweidenervensysteme angehörig betrachten.

Das Nervensystem der Cephalophoren ist von jenem der vorigen Abtheilung vorzüglich durch die grössere Ausbildung der Gehirnganglien ausgezeichnet. Es ist nicht allein eine grössere Anzahl einzelner Ganglien wahrzunehmen, sondern auch eine innigere Verbindung derselben unter einander, wodurch ein höherer Centralisationsgrad ausgedrückt ist. Es steht diese Erscheinung in Zusammenhang mit dem Ausbildungsgrade der Sinneswerkzeuge. Ein Fehlen der oberen Schlundganglien oder, wie wir dieses Verhältniss besser deuten, eine Vereinigung derselben mit den unteren unterhalb des Schlundes, so dass nur eine einfache Commissurschlinge über den Oesophagus hinweg läuft, ergibt sich bei den schalentragenden Pteropoden und erinnert an jene Bildung, die bei Lamellibranchiaten gesehen ward. Es gehen von den Ganglienmassen starke Nerven theils zu den Flossen, theils seitlich an den Mantel, sowie auch einige weniger bedeutende Fäden nach rückwärts an die Eingeweide zu verlaufen scheinen *). Wenn wir diese Form als eine extreme Bildung ansehen, so finden wir das andere Extrem bei vie-

*) An diese mit dem Mangel von Fühlerbildungen verbundene Form des Nervensystems schliesst sich auch *Chiton* an, bei welchem eine grössere Masse von Ganglien unter dem Schlunde vereinigt ist. —

len Abranchiaten und Gymnobranchiaten repräsentirt, indem sämmtliche Ganglien des Schlundrings zu einer oberen Masse vereinigt sind und eine blosse Commissur den Schlund oder den Oesophagus umfasst (Fig. 78. *B*. Fig. 79.). Durch die Ablösung einzelner Ganglien, die den von ihnen entspringenden Nerven zufolge entweder der oberen oder der unteren Abtheilung zugehörig betrachtet werden müssen, kommt eine andere Form des Nervenschlundrings zu Stande. Es rücken einzelne Ganglien von oben nach den Seiten, wofür die nackten Pteropoden Beispiele liefern; oder es kann auch durch Verkürzung der Commissur eine solche Annäherung der Ganglien stattfinden, dass der ganze Nervenring aus dicht neben einander liegenden Ganglien besteht (viele Abranchiaten).

Fig. 78.



Aus dieser durch eine Reihe bestimmter Organisationseinrichtungen anderer Theile erklärbaren Mannichfaltigkeit scheidet sich die Form des Nervensystemes präciser bei der grössten Mehrzahl der Cephalophoren ab und bei Pleurobranchiaten, Ctenobranchiaten, Pulmonaten (Fig. 78. *A*.) und Heteropoden trifft man die Centraltheile des Schlundringes in zwei durch Commissuren verbundene Massen gruppirt, die jenen, von denen wir ausgingen, entsprechend sind. Am vollkommensten erscheinen die Gehirnganglien der Heteropoden entwickelt, an denen vorzüglich drei paarige Ganglienmassen unterschieden sind. Die unteren Ganglienmassen sind durch sehr lange Nervenstränge mit den oberen verbunden und liegen dicht an der Basis des flossenartigen Fusses, so dass der Schlundring durch die Länge der Commissuren eine bedeutende Weite er-

Fig. 79.

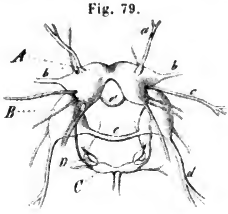
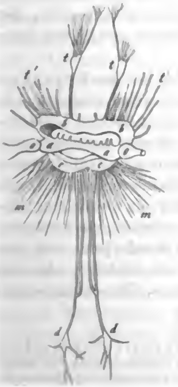


Fig. 78. Nervenschlundring von Cephalophoren. *A*. von *Helix*, *B*. von *Reolida*, *C*. von *Pneumodermon*. *a*. Obere Schlundganglien. *b*. Untere Schlundganglien. *c*. Accessorische untere Schlundganglien. *d*. Eingeweideganglien. *t*. Tentakelnerven. *n*. Fussnerven.

Fig. 79. Centralnervensystem von *Fiona atlantica*. *A*. Obere oder Gehirn-, *B*. untere oder Fussganglien. *C*. *D*. Eingeweideganglien. *a*. Sehnerve. *b*. Tentakelnerven. *c*. Nerve zu den Geschlechtsorganen. *d*. Fussnerven. *e*. *e'*. Commissuren (nach R. Bergh).

hält. Es geht hieraus das schon bei den Muschelthieren erwähnte Verhältniss der unteren Ganglienmassen zum Fusse aufs deutlichste hervor. Nicht selten kommt ein mehrfacher Schlundring zu Stande, indem ausser und vor den vorhin erwähnten Commissuren häufig noch ein kürzerer Nervenring die Speiseröhre umfasst (Fig. 79. e'.). — Die peripherischen Nerven theilen sich wieder, gleich jenen der Lamellibranchiaten in solche, die, nur Verbindungsstränge darstellend, zu Centralorganen des Eingeweidenervensystemes gehen, und andere, die ihre Verbreitungsbezirke zunächst in gewissen Körpertheilen besitzen. Die von den Gehirnganglien abgesendeten Nerven sind vorzugsweise den Sinnesorganen bestimmt, und es lassen sich vor Allem solche für die Fühler unterscheiden (Fig. 81. *a.*), welche gar nicht selten innerhalb der Fühler eine Ganglienbildung eingehen (Fig. 78. *t.*). Auch für Seh- und Hörwerkzeuge treten Nerven ab, soferne die Organe nicht direct den Nervencentren angelagert sind. Die unteren Ganglien versorgen, wie bereits oben bemerkt, analog den *Ganglia pedalia* der Lamellibranchiaten, den Fuss, der bei vollständiger Ausbildung zwei starke Stämme empfängt. Ausserdem gehen noch Zweige an die übrigen Theile des Hautmuskelschlauches. In gewissen Fällen ist auch das Gehörorgan mit den unteren Ganglien verbunden.

Fig. 80.



Die beträchtlichste Centralisation des Nervensystems unter allen Mollusken besitzen die Cephalopoden. Es spricht sich dies vor Allem in der Bildung des der Commissuren fast vollständig entbehrenden Schlundringes aus. Die Gesammtmasse des Schlundringes wird zum grössten Theil von der knorpeligen Schädelkapsel aufgenommen, so dass nur der vordere und untere Theil davon unbedeckt bleibt und statt dessen eine besondere Membran als Hülle bebesitzt. Die obere Partie des Schlundringes ist die minder beträchtliche. Sie wird entweder durch ein quer liegendes Doppelganglion dargestellt (*Nautilus*, Fig. 80. *a. a.*), oder durch mehrere kleine, hinter einander liegende Ganglien (Octopoden), oder durch eine einfache runde Ganglienmasse (*Sepia*). Dieser Theil setzt sich, nur eine kleine, zum Durchtritt der Speiseröhre dienende Oeffnung umfassend, seitlich in den unteren, beträchtlich grösseren fort, an welchem immer mehrere Ganglienpartien,

Fig. 80. Nervensystem von *Nautilus pompilius*. *a.* Obere, *b. c.* untere Ganglienpartien. *d.* Eingeweideganglien. *m.* Mantelnerven. *t. t'.* Tentakelnerven (nach Owen).

weniger oder mehr mit einander verbunden, erkennbar sind*). Am auffallendsten erscheint dies bei *Nautilus*, wo man vier grössere ringförmig unter einander verbundene Ganglienmassen deutlich wahrnehmen kann.

Wie die relative Kleinheit des oberen Ganglions schon andeutet, ist auch seine Bedeutung für das peripherische Nervensystem eine untergeordnete, indem nur wenige Nerven aus ihm hervorgehen. Von der unteren Partie entspringen dagegen zahlreiche Stämme und zwar von vorne die Armnerven**), sowie kleinere, in die umliegenden Muskeln eingehende. Von der Seite gehen die Nerven für die Seh- und Gehörwerkzeuge ab, sowie auch die Geruchsnerven daselbst ihren Ursprung besitzen. Die hintere Abtheilung entsendet Stämme zum Trichter, sowie zu benachbarten Muskeln, und endlich Nerven, die für den Mantel bestimmt sind und entweder als zahlreiche feine, dicht neben einander entspringende Fädchen abgehen (Fig. 80. *m.*), (*Nautilus*), oder in Form zweier starker Stämme divergirend in je eine Hälfte des Mantels verlaufen (Dibranchiaten). Es bilden die beiden Stämme der Mantelnerven jederseits ein beträchtlich grosses, dem Rückentheile des Mantels eingelagertes Ganglion (*Ganglion stellatum*), von welchem nach allen Seiten feine Fädchen in den Mantel ausstrahlen. Ausserdem entspringen noch kürzere oder längere Nervenstämme von den Centralmassen, die eine Verbindung mit den Ganglien des Eingeweidenervensystems vermitteln***).

Von einem Eingeweidenervensystem ist bei den Bryozoen noch keine Spur erkannt, und auch bei den Tunicaten sind nur einzelne unbestimmte Angaben darüber vorhanden. Erst bei den Lamellibranchiaten erscheint ein solches und zwar in sehr ausgesprochener Weise, und diesen reihen sich dann ohne bedeutende Modificationen die übrigen Mollusken an. Wie bei den Gliederthieren, zum Theile schon bei den Würmern erkannt ward, ist auch hier ein zweifacher Abschnitt des Eingeweidenervensystems vorhanden, nämlich ein vorderer, dessen Verbreitungsbezirk sich vorzüglich auf die Mundorgane und den Anfangstheil des Darmcanales beschränkt; dann ein hinterer, der den übrigen Theil des Nahrungscanales, die Geschlechts-, Circulations- und

*) Bei dieser Bildung muss einer ähnlichen, einigen Cephalophoren zukommenden gedacht werden; es besteht nämlich die untere Ganglienmasse von *Pneumodermon* u. a. gleichfalls aus einer grösseren Anzahl von ringförmig zusammengeschlossenen Ganglien (vergl. Fig. 78. *c.*).

**) Es stehen die Armnerven nach ihrem Eintritt in die Basis der Arme durch Quercommissuren unter einander in Verbindung und theilen sich an jedem Arme in mehrere Stränge, von denen einer eine Reihe ganglionärer Anschwellungen bildet, welche an die bei Cephalophoren getroffene Ganglienanschwellung der Tentakelnerven erinnern.

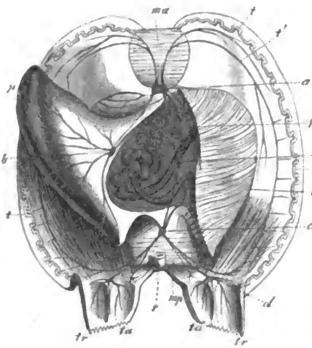
***) Vergl. über das Nervensystem der Cephalopoden A. Hancock, *Ann. of nat. hist. 2. Ser. X*, 1852 (von *Ommastrephes todarus*).

Athmungswerkzeuge mit Nerven versorgt. Beide Abschnitte können mit einander vorkommen; doch ist der hintere am meisten verbreitet. Sie haben ihre Wurzeln im Schlundringe, entweder in den oberen oder in den unteren Ganglien. Die Centralorgane des Eingeweidenervensystems werden durch verschieden grosse, den betreffenden Theilen angelagerte Ganglien gebildet, die entweder paarig oder unpaarig sind und in letzterem Falle aus zweien verschmolzen gedacht werden müssen.

Der vordere, die Schlundtheile versorgende Abschnitt des sympathischen Systems ist bei den Lamellibranchiaten nur durch wenige Nervenfädchen vertreten. Um so entwickelter ist der hintere Theil, dessen centrale Partie von dem grössten Ganglion des gesammten Nervensystems dargestellt wird. Es ist dies der, dem hinteren Schliessmuskel angelagerte Nervenknoten (Fig. 77. *c*., Fig. 81. *c*.), der durch lange und starke Commissuren mit den Gehirnganglien in Verbindung steht. Dieser Umstand, sowie die beträchtliche Grösse des Ganglions hat manche Zootomen veranlasst, es dem animalen Systeme einzureihen, während doch gerade die besagte Verbindung, sowie seine Lage es als Homologon eines bei den Cephalophoren unzweifelhaft dem Eingeweidenervensystem angehörigen Ganglions erscheinen lässt. Das Ueberwiegen an Grösse über die anderen Ganglien kann hierbei nur ein unwesentlicher Umstand sein, welcher der beträchtlichen Entwicklung der zu versorgenden Theile parallel läuft. Man kann an diesem Ganglion zwei durch kurze Commissuren verbundene Hälften erkennen, die sich verschieden nahe rücken und zuletzt einen einfachen viereckigen Knoten vorstellen, je nachdem auch die beiderseitigen Kiemen dieser Thiere frei oder mit einander verwachsen sind. Es geht schon aus diesem Umstande die Beziehung dieses Ganglions zu den Kiemen hervor; noch deutlicher wird sie aber durch die starken, aus jenen hervortretenden und die Kiemen versorgenden Nervenstämme. Diese Verhältnisse begründen seine Bezeichnung als *Ganglion branchiale*. Ausser Zweigen zu den benachbarten Partien des Mantels gibt es noch zwei starke Nerven ab, die bei vielen Lamellibranchiaten an den Mantelrand verlaufen und dort entweder mit den von den Gehirnganglien entgegenkommenden Nerven verschmelzen oder in eine Plexusbildung*) übergehen, die sich längs des ganzen Mantelrandes findet. Wo die hinteren Theile des Mantels röhrenförmige Fortsätze (Siphonen) darstellen, treten von dem besagten Ganglion starke Nerven zu jenen ab und verzweigen sich nicht nur auf der ganzen Länge der Athemröhre, sondern gehen auch noch eine besondere, an der Basis der Röhre gelegene Ganglienbildung ein (Fig. 81. *d*.).

*) Ein solches Nervengeflechte ist von Duvernoy am Mantel von *Anodonta cygnea* nachgewiesen worden. An den Knotenpuncten der Maschen dieses Geflechtes kommen kleine Ganglien vor, die man wohl gleichfalls dem sympathischen Systeme untergeordnet betrachten darf. Aeusserst reichlich sind auch die an die Kiemenbasis tretenden Nervenfädchen bei demselben Thiere vorhanden.

Fig. 84.



(*Solen*, *Mactra*, *Mya*, *Lutraria*, *Cytherea* u. a.). — Weniger bekannt sind die von diesem Ganglion zu den inneren Organen tretenden Nerven. Es sind solche beobachtet bei *Pinna*, *Anomya*, sowie bei *Arca* und *Solen*, und gehen entweder vom Ganglion selbst, oder von dessen Commissursträngen ab.

Bei den Cephalophoren ist der vordere Abschnitt des sympathischen Nervensystems um Vieles ausgebildeter. Sein Centraltheil wird durch ein bis drei Ganglien dargestellt, die entweder mit dem oberen oder mit dem unteren Schlundganglion in Verbindung stehen und den Pharynx oder die Speicheldrüsen mit Nervenzweigen versorgen. Die Ganglien sind näher oder entfernter vom Schlundringe angebracht und sind häufig auch unter sich wieder in Verbindung, so dass ein kleines Nervengeflechte dargestellt wird, welches sich bald mehr über dem Schlundkopfe, bald mehr unter demselben entwickelt (Fig. 79. *C. D.*) *). Am wenigsten ausgebildet ist dieser bei den Pteropoden, wo er dem Anscheine nach von dem hinteren Abschnitte ersetzt wird.

Der hintere Abschnitt des Eingeweidenervensystemes wird durch ein grösseres Ganglion repräsentirt, welches zwischen der Eingeweidemasse, meist in der Nähe des Herzens und der Athemorgane verborgen liegt (Fig. 88. *g. bc.*) und mittelst zweier langen Commissuren mit dem Gehirnganglion verbunden ist, auf diese Weise dem *Ganglion branchiale* der Muschelthiere vollkommen homolog. Es versieht, nicht selten doppelt vorkommend, sowohl den Verdauungsapparat und die Geschlechtsorgane, als auch Herz und Athemwerkzeuge mit Aesten und geht durch Hinzu-

Fig. 84. Nervensystem von *Cytherea Chione*. *a.* Gehirnganglion. *b.* Fussganglion. *c.* Eingeweide- oder Kiemenganglien. *d.* Ganglien der Athemröhren. *ma.* vorderer, *mp.* hinterer Schliessmuskel der Schale. *p.* Fuss. *t.* Mantelrand. *t'.* Randnerven. *br.* Kiemen. *i.* Darmcanal. *n.* Leber. *r.* Enddarm. *tr, ta.* Siphonen (nach Duvernoy).

*) Es sind Buccalganglien zwar bei einer ziemlichen Anzahl von Gasteropoden bekannt und namentlich durch Alder und Hancock von vielen Gymnobranchiaten beschrieben. Allein zu einer übersichtlichen Darstellung dieses Abschnittes vom Nervensysteme zu einer durchgreifenden Vergleichung ist eine vollständigere Untersuchung in der ganzen Cephalophorenreihe nothwendig, bis jetzt aber noch nicht geleistet worden.

kommen einiger kleineren Ganglien nicht selten eine Plexusbildung ein*). Durch die Assymmetrie des Eingeweidesackes erhält der ganze hintere Abschnitt des Eingeweidenervensystems eine meist assymmetrische Lagerung**).

Die Cephalopoden zeigen bei der allgemeinen Uebereinstimmung des Planes nicht unbeträchtliche, jedoch eine höhere Ausbildung offenbarende Verschiedenheiten. Der vordere Abschnitt wird aus einem oder zwei oft ansehnlichen Ganglien gebildet, die entweder dicht der oberen Nervenmasse sich anlagern (Octopoden), oder entfernter davon dem Pharynx aufliegend sind und nur durch Nervenstränge mit der oberen Nervenmasse verbunden sind (Loliginen). Damit steht häufig durch seitliche Commissuren noch ein unteres, aber ziemlich grosses Ganglion in Verbindung, welches auch noch mit der unteren Nervenmasse des Schlundringes communicirt. Von allen diesen Ganglien gehen feine Zweige an die benachbarten Mundtheile, und ein starker, im unteren Pharyngealknoten wurzelnder Nerve läuft, in zwei parallele Stämmchen gespalten, längs des Oesophagus zum Magen, um hier ein ansehnliches Ganglion darzustellen, welches auch noch mit der hinteren Abtheilung des sympathischen Systemes in Verbindung steht. Die von diesem Magenganglion ausstrahlenden Nerven verlaufen zum Magen, zum Blinddarm und zur Leber. Den Tetrabranchiaten scheint dieser Abschnitt des Nervensystems als gesonderter Theil zu fehlen, indem die betreffenden Nerven (Fig. 80. *d.*) direct aus der Ganglienmasse des Schlundringes hervorkommen. — Der hintere, ebenso mächtig entwickelte Abschnitt entspingt mit ein bis zwei starken Stämmen von der hinteren Peripherie der unteren Schlundringmasse. Diese bilden in der Nähe des Herzens ein Ganglion, von dem zwei starke Zweige an die Kiemenherzen treten, um dort wiederum eine Ganglienbildung einzugehen. Das hieraus entspringende Nervenstämmchen verläuft unter reichen Verzweigungen längs der Kiemenarterie.

b) Von den Sinnesorganen.

Sowohl die höheren als die niederen Sinneswerkzeuge sind bei den Mollusken in einer Verbreitung zu treffen, welche die in den niederen Thie abtheilungen bei Weitem übertrifft.

---

*) Zwei Eingeweideganglien sind bei den Heteropoden vorhanden. Bei den Abranchiaten, Gymnobranchiaten und Pteropoden sind diese Ganglien dem Schlundringe nahe gerückt und können sogar bis dicht hinter denselben herantreten, wo sie sich dann mit den unteren Schlundganglien in Verbindung setzen. Dass die erwähnten Ganglien dem hinteren Theile des Eingeweidenervensystems angehören, schliesse ich aus den von ihnen abgehenden Nerven, was jedenfalls richtiger sein dürfte, als die Berücksichtigung der so veränderlichen Länge der Commissuren.

**) Daraus erklärt sich auch die von Leydig bei *Paludina* beschriebene Kreuzung der Commissuren des Eingeweideganglions zum Gehirne.

Dem Tastsinne vorstehend finden wir tentakelartige Gebilde, welche entweder in der Nähe der Mundöffnung angebracht sind, oder doch am Vordertheile des Körpers stehen. In den oberen Classen sind sie ausschliesslich dem Kopfe zugetheilt. Bei den Bryozoen sind die kranzförmig um den Mund gestellten Fortsätze (Fig. 86. *br.*), die übrigens noch andere, vielleicht noch wichtigere Functionen besitzen, hier anzuführen. Bei den Tunicaten können wohl die an den Körperöffnungen der Ascidien angebrachten Papillen als Organe der Tastempfindung angesehen werden, um so mehr, als die an der Eingangsöffnung stehenden, zuweilen von beträchtlicher Länge, manchmal sogar in verästelter Form auftreten. Auch die sogenannten Arme der Brachiopoden, spiralig eingerollte und mit feinen Anhängen besetzte Organe*), die aus der Schale hervorgestreckt werden können, sind hierher zu rechnen. Das Gleiche gilt auch von den steifen, borstenartigen Fortsätzen, die den freien Mantelrand dieser Thiere umsäumen. Aehnliche Mantelanhänge finden sich in viel höherer Ausbildung bei den Lamellibranchiaten, bald im ganzen Umfange des Randes, oft in mehreren Reihen angebracht, z. B. *Mactra*, *Lima*, *Pecten*, bald nur auf gewisse Stellen des Mantelrandes beschränkt, wo sie dann vorzüglich die Gegend um den Mund und in der Nähe des Afters besetzt halten. Es zeigen diese Tentakel, namentlich im ersteren Falle, eine beträchtliche Contractilität und werden von dem Randnerven reichlich mit Fädchen versorgt. Solche Fortsätze zeigt auch der Mantelsaum vieler schalentragenden Cephalophoren. Wir können hierher rechnen die Mantelanhänge der Pteropoden, sowie vieler Gasteropoden, z. B. von *Haliotis*, *Notarchus* u. a., oder die Anhänge des Rückenintegumentes der Gymnobranchiaten.

Die specifischen, durch die ganze Reihe der Lamellibranchiaten und Cephalophoren, mit nur wenigen Ausnahmen, angetroffenen Tastorgane sind symmetrisch angeordnete, contractile, paarige Fort-

*) Die morphologische Bedeutung der Brachiopodenarme ist zwar bis jetzt noch nicht völlig festgestellt; Einige sehen in ihnen das Homologon des Fusses der übrigen Mollusken, so Huxley, Andere (V. Carus, Allman) erkennen sie für gleichbedeutend mit den Tentakeln der Bryozoen, und es scheint diese letztere Auffassung durch die Thatsachen vollständig gerechtfertigt zu sein. Wenn wir die unzweifelhaft höher entwickelten Formen jener Bryozoen, welche in der Ordnung der Lophopoden begriffen sind (*Alcyonella*, *Cristatella*, *Plumatella* u. a.), zum Ausgangspuncte wählen, so müssen wir in den seitlich am Munde stehenden, die Tentakel tragenden, armartigen Lappen die Homologa der Brachiopodenarme erkennen, die nur eine weitere Entwicklungsstufe desselben Planes darstellen. Die Tentakel der Bryozoen entsprächen dann den fadenförmigen Anhängen der Brachiopodenarme, so dass wir demnach die Brachiopoden einerseits mit den Lamellibranchiaten, andererseits mit den Bryozoen verwandt ansehen. Die eben erwähnten Gebilde der Bryozoen wie Brachiopoden sind auch noch functionell übereinstimmend. Sie dienen theils zur Herbeischaffung der Nahrung, theils wird durch sie direct oder indirect die Athmung vermittelt. Der sicherste Nachweis über die morphologischen Beziehungen dieser Theile wird erst durch die vergleichende Entwicklungsgeschichte geliefert werden können.

sätze, die am Kopfe oder doch am Vorderkörper des Thieres angebracht sind und deshalb einigermassen mit den Antennen der Würmer und Arthropoden verglichen werden können. Wir finden diese Tentakel zum ersten Male als zwei, die Mundöffnung seitlich überragende Lappen bei den Lamellibranchiaten. Mit der Ausbildung des Kopftheiles bei den Cephalophoren sind diese Tentakel selbständiger entwickelt und kommen hier zu zweien oder zu vieren vor, stets den Rücken oder die Seitentheile des Kopfes einnehmend. Sie sind theils retractil, theils contractil*) (vergl. Fig. 87. 89. 92. 95. *A.*).

Eine Familie der Pteropoden — die der Clioideen — zeigt ausser den sehr kurzen, retractilen Tentakeln noch andere hier zu betrachtende Organe. Es sind dies die tentakelförmigen, am Kopfe der Clionen um die Mundöffnung stehenden Fortsätze, welche bei einer anderen Gattung (*Pneumodermon*) durch zwei mit Saugnäpfen besetzte retractile Arme repräsentirt werden und sonst bei den Cephalophoren ohne Homologie sind. Sowohl die grössere Zahl dieser Fortsätze und ihr Verhalten zum Munde bei der einen Gattung, wie das Vorkommen von Saugnäpfen bei der anderen leitet zu einer Vergleichung mit den Armen der Cephalopoden. Wir erkennen in ihnen sogar homologe Bildungen, wenn wir die morphologische Vergleichung der Arme von *Clio* mit Tentakeln deshalb nicht zulässig erachten, weil wirkliche, denen anderer Pteropoden völlig gleiche Tentakel noch ausserhalb des Armkranzes am Kopfe vorhanden sind. Es ist aber ein so exclusives Verfahren nicht nothwendig, indem auch anderen Cephalophoren mehrere Tentakelpaare zukommen und wir demzufolge das hintere Tentakelpaar der Gymnobranchiaten den kurzen Tentakeln der Clioideen, dagegen die vorderen Tentakel der Gymnobranchiaten dem Armkranze der Clioiden für aequivalent erachten können. Es würde dann schon bei den Pteropoden eine Ausbildung dieser vorderen Tentakel eben bei den Clioiden zu treffen sein, eine höhere Organisation aber durch das Hinzutreten von Saugnäpfen bei *Pneumodermon*. So wäre denn in einer

---

*) Ein Fehlen der Fühler fällt fast immer mit einer rudimentären Kopfbildung zusammen, so z. B. bei *Chiton* und bei den beschaalten Pteropoden, bei welch letzteren sie nur durch ganz kurze konische Erhebungen dargestellt sind. — Bei manchen fühlerlosen Heteropoden (*Pterotrachea*) stellen sie vorübergehende Bildungen dar, die im entwickelten Zustande des Thieres schwinden.

Vier Tentakel besitzen viele Abranchiaten und Gymnobranchiaten. Auch bei den Helicinen und Limacinen sind meist vier Tentakel vorhanden; doch fallen zwei davon in eine andere Kategorie. Wir sehen nämlich bei vielen Süsswasserlungenschnecken, dann auch bei Ctenobranchiaten u. s. w., wie die Augen an der Basis der Fühler angebracht sind. Bei anderen rücken sie sogar an die Fühler selbst und stehen auf kurzen, den Fühlern ansitzenden Stielen, welche namentlich bei gewissen Kammkiemern, *Murex*, *Strombus*, *Pterocera* u. a., entwickelt sind. Diese Augenstiele (Ommatophoren) können sich auch selbständig verhalten und von der Tentakelbasis abtreten; so treffen wir sie als besondere, hinter den Tentakeln stehende Gebilde bei den oben erwähnten Lungenschnecken.

entfernteren Molluskenordnung das homologe Gebilde der Cephalopodenarme zu suchen und darin die Entwicklung eines neuen Tastorgantypus zu erkennen, der an die Stelle des einfacheren, fast allen Blattkiemern und Cephalophoren zukommenden getreten ist*).

Die Arme der Cephalopoden erscheinen in den beiden Ordnungen dieser Classe verschiedenartig entwickelt. So stellen sie bei den *Nautilus* zahlreiche (bis 38) tentakelartige, retractile Fortsätze in der Nähe des Mundes dar und ausser diesen grösseren kommen noch kleinere, in vier Büschel vereinigte vor, die als specielle Tastorgane, aus Umwandlung der Lippenränder hervorgegangen, anzusehen sind. Diese letzteren Taster fehlen den Dibranchiaten. Dagegen sind die eigentlichen Arme (Fig. 105. *t.*) in grösserer Ausbildung und werden, mit Saugnapfreihen oder eigenthümlichen krallenartigen Modificationen der Saugnäpfe besetzt, zu acht bis zehn den Kopf umstehend getroffen**).

---

*) Mit den erwähnten Gebilden schliesst sich die Reihe der am Kopfe der Pteropoden befindlichen Anhänge noch nicht ab, sondern ich glaube auch die Flossen der Hyaleaceen und Cymbulieen hierher rechnen zu müssen, die in Bezug auf den übrigen Körper vollkommen jenen Theilen entsprechen, welche wir bei Gasteropoden z. B. als Tentakel kennen lernten, und die gleichfalls oft lappenartig gestaltet erscheinen. Wenn wir erwägen, wie oftmals ein und derselbe Körpertheil in verschiedenen Thieren verschiedenen Functionen dient — ich erinnere hier nur an die zahlreichen Metamorphosen des Molluskenfusses oder der Gliedmaassen von Arthropoden — so werden wir uns nicht verwundern, auch hier ein Gebilde zu treffen, welches in der einen Abtheilung als Tastorgan (Gasteropoden), in der andern als Locomotionswerkzeug (Pteropoden) dient. Das Vorkommen von Tentakelrudimenten ausserhalb der Pteropodenflossen ist dieser Anschauung kein Hinderniss, nachdem wir ja schon oben auf das Bestehen mehrfacher Tentakelpaare aufmerksam gemacht haben.

**) Die speciellere Betrachtung der Cephalopodenarme gehört in das Gebiet der Zoologie. Die Function dieser Gebilde entfernt sich von der Tastvermittelung um so mehr, je höher sie entwickelt sind, so dass wir in den contractilen Tentakeln der *Nautili* physiologische Aequivalente zu den andern Tentakelbildungen treffen, während die Homologa dieser Theile bei den Dibranchiaten für die Tastfunction nur eine untergeordnete Bedeutung besitzen und vielmehr zum Ergreifen der Nahrung, in gewissen Gattungen, wo sie mit Krallen besetzt sind, wohl auch zur Vertheidigung dienen.

Parallel hiermit verhalten sich die Armbildungen bei den Pteropoden. Es reihen sich in physiologischer Hinsicht die Arme der Clionen den Tentakeln der *Nautili* an, während die Arme der Pneumodermen mit jenen der Dibranchiaten übereinkommen.

Auf die Analogie der Tentakel (»Kopfkegel«) der Clionen mit den Cephalopodenarmen hat bereits Leuckart (über die Morphologie u. s. w. pag. 153) aufmerksam gemacht, der zugleich auch die Morphologie des Fusses zuerst richtig erfasste. Von Huxley, zum Theile auch von V. Carus, werden die Cephalopodenarme als Aequivalente des Gasteropodenfusses erklärt, was jedoch nicht allein durch die Entwicklungsgeschichte der Arme, sondern auch die Beziehungen des Fusses zum Kopfe widerlegt wird. Die Arme der Cephalopoden entstehen immer über dem Munde, sie gehören dem dorsalen Theile des Körpers an, so gut wie die Tentakel und Kopflappen der Cephalophoren, und wenn sie später kranzar-

Geschmackswerkzeuge sind bei keinem Mollusken mit Bestimmtheit nachzuweisen, doch kommen papillenartige Gebilde in der Pharynxhöhle mancher Schnecken vor, denen eine solche Bedeutung zugesprochen werden dürfte. Auch der bei den Cephalopoden zwischen den Aesten des Unterkiefers verborgene und mit weichen Zotten besetzte Wulst, auf dessen Verbreitung zuerst v. Siebold aufmerksam machte, kann hierher gerechnet werden.

Ein Geruchsorgan im weitern Sinne des Wortes, nämlich ein Organ zur Wahrnehmung der Beschaffenheit der umgebenden Medien, ist unter den Weichthieren mehrfach angedeutet. Es sind besonders jene mit Cilien überkleideten und von eigenen Nerven versorgten Körperstellen, die in dieser Richtung functionirend vermuthet werden. Eine wimpernde Rosette am Eingang der Körperhöhle bei den Salpen, sowie ein wimperndes Band in der Athemhöhle der Ascidien ist hierher zu rechnen. Auch unter den Cephalophoren sind, namentlich bei Pteropoden und Heteropoden, dergleichen cilientragende Stellen gefunden, unter denen der Nerve sogar eine ganglienartige Anschwellung eingeht. Diese Gebilde liegen immer entfernt vom Kopfe, entweder ähnlich wie bei den Salpen am Eingange in die Mantelhöhle (schalentragende Pteropoden), oder in der Nähe des Eingeweidesackes (Heteropoden).

Die Cephalopoden zeigen Riechorgane in bestimmterer Form. Es sind zwei dicht hinter den Augen liegende Grübchen oder auch flach stehende Papillen, welche mit Wimperhaaren überkleidet sind *). Sie werden von einem Nerven versorgt, der neben dem Sehnerven entspringt. In der Lagerung am Kopfe, sowie im paarigen Auftreten dieser Gebilde ist eine Analogie mit den Geruchsorganen niederer Wirbelthiere nicht zu verkennen.

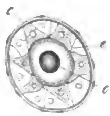
Gehörorgane treten schon in den unteren Abtheilungen auf und zeigen durchgängig eine Uebereinstimmung mit den schon bei Coelenteraten und Würmern als solche gedeuteten Bildungen: Bläschen, in denen feste Concretionen enthalten sind und deren Wandungen mit einem Nerven sich verbinden. Bei mehreren freien Tunicaten (*Doliolum*, *Appendicularia*) kommen solche Bläschen mit einer runden Concretion, entweder dem Centralnervensysteme angelagert, oder doch demselben benachbart, immer jedoch assymmetrisch vor. Doppelt vorhanden erscheinen sie bei den Blattkiemern, wo v. Siebold ihre Verhältnisse zuerst beleuchtet hat. Sie bestehen aus kleinen, mit dem unteren Schlundganglion verbundenen oder ihm dicht anliegenden Bläschen

---

tig den Mund umstehen, somit auf der Bauchseite nahe aneinander rücken, so ist dies auf Rechnung der eigenthümlichen Fussbildung zu setzen, welche sich grösstentheils von der Ventralfläche des Vorderkörpers abgelöst hat, und dadurch ein Anrücken der dorsalen Gebilde an die Bauchfläche ermöglicht. —

*) Es ward bisher das Flimmerepithel an diesen Grübchen vermisst. H. Müller hat dasselbe mündlicher Mittheilung zufolge aufgefunden.

Fig. 82.



(Fig. 82. *c*.), die von einer wasserhellen Flüssigkeit erfüllt und mit einem oft mächtigen Wimperepithel (*e*) ausgekleidet erscheinen. Der Otolith besteht aus einer rundlichen, concentrisch geschichteten Concretion (vergl. Fig. 82. *o*.).

Auch bei den Cephalophoren sind diese Gehörbläschen überall nachgewiesen; bei manchen, wie bei den Heteropoden (vergl Fig. 83. *a*.), erreichen sie sogar eine ausserordentliche Grösse. Bezüglich ihrer Verbindung mit dem Nervensysteme ergeben sich mehrfache Verschiedenheiten, indem sie da, wo die unteren Schlundganglien fehlen, mit den oberen verbunden sind (z. B. bei Abranchiaten). Im Fall eines Vorhandenseins unterer Schlundganglien kommen sie in der Regel durch einen kurzen Stiel mit ihm verbunden vor. Der letztere kann entweder als Nerve angesehen werden, oder als eine Verlängerung der Gehörkapsel gegen das Nervencentrum, namentlich in jenem Falle, wenn, wie bei *Neritina*, die Höhle des Bläschens sich in den Stiel fortsetzt, so dass sie wie eine vom Ganglion ausgehende Ausstülpung erscheint*). Sind die oberen Schlundganglien im Verhältnisse zu den unteren bedeutend entwickelt, so ist auch in der Regel das Gehörorgan mit ihnen in Verbindung, so dass jene Ganglien, wegen der ausschliesslich mit ihnen vereinigten höheren Sinneswerkzeuge, als die eigentlichen Centralorgane des gesammten Nervensystemes sich darstellen. Recht deutliche Beispiele geben hierfür die Heteropoden, wo ein langer Acusticus neben dem Opticus entspringt und die grosse Gehörblase ziemlich weit vom Nervencentrum sich abhebt (Fig. 83.). Die Verhältnisse der von der Blase umschlossenen Concretion (Otolithen) sind im Ganzen wechselnder, als in der vorigen Classe, bald zahlreich vorhanden, durch kleine Stückchen (bis gegen 200) repräsentirt, bald wenig grösser und dann in geringerer Zahl, bald endlich nur von einer einzigen, kugelrunden, concentrisch geschichteten Concretion gebildet. Eine Wimperauskleidung der Gehörblase scheint ein regelmässiges Verhalten zu sein, und bei vorhandenem Canal im Stiele gehen auch die Cilien in letzteren über. Manchmal (bei Heteropoden) sind die Cilien auf Büschel gruppirt und haben dann ihre Beweglichkeit aufgegeben**).

Fig. 82. Gehörorgan von *Cyclas*. *c*. Gehörkapsel. *e*. Wimpertragende Epithelzellen. *o*. Otolith (nach Leydig).

*) Diese Verhältnisse wurden in neuerer Zeit erst von Claparède hervorgehoben (Müller's Archiv 1856, pag. 131.) und zugleich auf die analoge Bildung mit dem gleichen Organe der Wirbelthiere aufmerksam gemacht.

**) Sie erscheinen denn, wie zuerst Leydig beobachtete, als starre Borsten, von denen es den Anschein hat, als ob durch sie der Otolith in seiner Lage erhalten würde. Es ist dies Verhalten um so interessanter, als neuerlich auch bei Wirbelthieren (Haien) etwas Aehnliches gefunden worden ist, so dass die Bedeutung der Wimpern oder Borsten innerhalb der Gehörbläschen sich nach einer ganz anderen Richtung hin feststellen wird.

Die Form der Gehörwerkzeuge der Cephalopoden reiht sich an die vorige an, und es lässt sich etwa nur darin eine höhere Fortbildung des Organes erkennen, dass es nicht mehr frei in der Leibeshöhle, sondern in besonderen Höhlungen des knorpeligen Schädelrudimentes verborgen liegt. Man kann diese mit dem knorpeligen Labyrinthe der niedrigsten Wirbelthiere vergleichen, und das eingeschlossene Bläschen erscheint dem häutigen Labyrinthe analog. Die Wände des Gehörbläschens sind entweder glatt (Octopoden), oder sie zeigen Ausbuchtungen, welche durch Unebenheiten und Vorsprünge des knorpeligen Labyrinthes bedingt sind (Loliginen), welche Erscheinung mit der Bildung von Bogengängen in Zusammenhang gebracht werden kann, da diese auch bei Wirbelthieren in ähnlicher Weise auftreten. Der in einer wässerigen Flüssigkeit befindliche Otolith ist von sehr verschiedener Gestalt, bald flach, bald rundlich *).

Die Sehwerkzeuge der Mollusken durchlaufen in den verschiedenen Gruppen sehr mannichfache, aber doch sich an einander reihende und aus einander entwickelnde Formen, so dass sie in gerader Reihe aufsteigend bis zu jener Ausbildung gelangen, die als das Ende der ganzen Bildungsreihe sich darstellt.

Bryozoen und Brachiopoden scheinen der Augen zu entbehren; wenigstens sind nicht einmal augenähnliche Organe bei ihnen erkannt worden.

Unter den Tunicaten können die der Centralganglienmasse der Salpen aufsitzenden, regelmässig geformten rothen Pigmentflecke als einfachste Sehorgane betrachtet werden. Es senkt sich in sie gewöhnlich ein Fortsatz des Ganglions ein. Auch bei den Ascidien, wenigstens den einfachen, kommen solche Pigmentflecke, um die Eingangs- und Auswurfsöffnungen gruppirt, vor und können wenigstens jenen Augenflecken, die man bei manchen Lamellibranchiaten (z. B. *Solen*, *Venus*, *Mactra* u. s. w.) am Ende der Athemröhre trifft, verglichen werden. Doch ist es höchst unsicher, inwiefern durch diese Bildungen ein Sehen vermittelt wird,

*) Die Gehörsteine aller Mollusken kommen in ihrer chemischen Zusammensetzung mit einander überein, indem sie eine organische Grundlage besitzen, welche mit Kalksalzen imprägnirt ist. Bei manchen scheint der Kalk zurückgetreten zu sein. So sind z. B. die Otolithen der jungen Neritinen nur aus organischer Substanz gebildet. Auch eine ungleiche Zahl der Otolithen in den beiderseitigen Gehörbläschen ist beobachtet, sowie auch die Form, namentlich der kleineren Gehörsteinchen, bei denselben Familien oder Gattungen durchaus nicht constant ist. Häufig zeigen sie krystallinische Bildung. — Eigenthümlich sind die von Leydig am Gehörorgane der Paludina beschriebenen Muskeln, die man als Spannapparat des Bläschens ansehen kann. —

Durch die Wimperauskleidung wird in der Regel eine zitternde Bewegung der Otolithen hervorgebracht, so dass man aus letzterer auf die Anwesenheit der ersteren schliessen kann. Es zeigen sich jedoch diese Cilien durchaus nicht beständig. So fehlen sie den Tunicaten und scheinen auch bei Cephalophoren im Alter sich zurückzubilden (z. B. bei Paludina). Ihr physiologischer Werth ist unbekannt. Vergl. die zweite Anmerk. auf p. 322.

sowie auch die Angaben einzelner Beobachter über die Zusammensetzung dieser Gebilde sehr verschieden lauten*). In sehr hoher Ausbildung erscheinen uns die am Mantelrande vieler Blattkiemer sitzenden Sehorgane, die von besonderen Augenstielen getragen werden (*Arca*, *Pectunculus*, *Tellina*, *Pinna* u. a.) und bei manchen (*Pecten*, *Spondylus*) durch ihren smaragdgrünen Farbenglanz schon den älteren Forschern aufgefallen sind. Es lassen sich an diesen Organen in einem Bulbus, der vorne als Hornhaut erscheint, noch ein lichtbrechender Körper (Linse), Glaskörper, eine Choroïdea und pupillenbildende Iris unterscheiden. Den Nerven erhalten sie von dem am Mantelrande verlaufenden Stämmchen und können ungeachtet dieses abnormen Opticusursprunges den übrigen Sehorganen an die Seite gesetzt werden. Ihre Anzahl ist eine verschiedene. Oft, wie bei *Pecten*, finden sich deren bis über vierzig, bei *Spondylus* sogar gegen neunzig an einer Mantelhälfte vor.

Die Vermehrung der Sehorgane, sowie ihre Vertheilung auf Körperstellen, die von den Nervencentrum entfernt liegen, beschränkt sich nur auf die Lamellibranchiaten, während bei den Cephalophoren in allen Fällen nur ein einziges Augenpaar vorhanden ist. Es erscheint fast immer dem Gehirnganglion verbunden, entweder direct ihm angelagert, oder doch den specifischen Nerven von ihm empfangend, so dass hierin der höhere Plan dieser Thiere, ungeachtet der oft sehr niederen Organisation der Sehwerkzeuge selbst, dennoch erkannt werden kann.

Ein gänzlicher Mangel der Augen ist nur bei mehreren Pteropoden constatirt, und auch bei einigen Gasteropoden, z. B. *Chiton*, *Dentalium*, sind Augen vermisst worden. Dagegen sind bei nicht wenigen Abranchiaten und Gymnobranchiaten den Gehirnganglien aufsitzende Pigmentflecke beobachtet, die bald mit, bald ohne lichtbrechendes Organ erscheinen, in allen Fällen jedoch als die ersten Andeutungen von Sehwerkzeugen wichtig sind**).

Mit der Entfernung vom Centralnervensysteme erhält das Auge einen weiteren Grad der Ausbildung. Es wird äusserlich von einer, der Sclerotica vergleichbaren Gewebschichte umhüllt, die sich hinten auf die Scheide des Sehnerven fortsetzt, vorne aber dünn und durchsichtig geworden als Cornea erscheint. Bei oberflächlicher Lage des Auges verschmilzt nicht selten die Cornea mit dem Integumente; doch ist letzteres auch ebenso häufig als Conjunctiva unterscheidbar. Innerhalb der Sclerotica liegt eine meist dunkle, bei einigen Heteropoden mit zwei Lücken

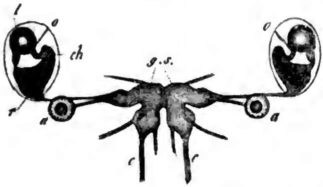
---

*) Während Will (Fror. N. Not. 1844) sowohl den Ascidien (*Cynthia*, *Phallusia*, *Clavelina*), als auch allen oben angeführten Blattkiemern am Ende der Athemröhren hoch organisirte Sehwerkzeuge vindicirt, wird von v. Siebold (Lehrb. der vergleich. Anatomie, p. 673) ein grosser Theil dieser Angaben bezweifelt und auf das Vorhandensein blosser Pigmentflecke zurückgeführt.

**) Schon unter den Pteropoden zeigt *Creseis* solche Sehorgane. — Bei allen solchen unter den Integumenten gelegenen Augenbildungen ist eine Lichtperception bei der Durchsichtigkeit der Hautdecken gestattet.

versehene Pigmentschichte, die Choroïdea (Fig. 83. *ch*), welche bei mehreren Kammkiemern (*Murex*, *Strombus*, *Pterocera* u. a.) vorn einen irisartigen Ring bildet. Wie sich der Sehnerv nach seinem Eintritt in den Bulbus verhält, ist noch wenig ermittelt. Doch scheint nach Leydig's Angaben über *Paludina* ein Eindringen in die Pigmentschichte und eine Retinabildung stattzufinden. Bei den Heteropoden schwillt der Sehnerv in ein die Hinterseite des Bulbus bedeckendes Ganglion (Fig. 83. *r*) an. Besser kennt man das lichtbrechende Organ, welches bei allen als eine sphärische Linse sich ausweist, hinter der eine gallertartige Substanz (Glaskörper) den übrigen Raum des Bulbus erfüllt. In den meisten Fällen ist der Augapfel rundlich oder birnförmig; eigenthümlich erscheint er auch in dieser Hinsicht wieder bei den Heteropoden, nämlich hinten zusammengedrückt und seitlich in einen stumpfen Fortsatz ausgezogen. Er wird hier noch von einer besonderen Kapsel umschlossen, in der er durch eine Anzahl von Muskelfasern bewegt werden kann. Bei den übrigen Cephalophoren wird die Beweglichkeit der Augen dadurch erzielt, dass sie an die Basis der Fühler rücken, oder sogar an das Ende besonderer Stiele, der Ommatophoren, zu stehen kommen. (Vergl. oben p. 319 Anm.)

Fig. 83.



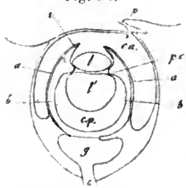
Durch die Sehorgane der Cephalopoden erhalten wir die Vermittelung der vorhin geschilderten, immer noch einfacheren Formen zu jenen der Wirbelthiere. — Der bei *Nautilus* noch frei am Kopfe hervorragende, nur von Muskeln gestützte Augapfel wird bei den meisten Dibranchiaten*) zum grossen Theile von den Seitenwänden des knorpeligen Schädelrudimentes und dessen membranösen Fortsetzungen umgeben und somit in eine stützende Orbita eingefügt. Den formgebenden Theil des Bulbus bildet eine knorpelige Sclerotica, die jedoch nie in eine Cornea sich fortsetzt, sondern vorn am Irisrande endet. Der Mangel einer Hornhaut ist eine der Eigenthümlichkeiten des Cephalopodenauges. Ueber den grössten Theil des Scleroticalumfanges zieht sich eine Membran fort, die hinten nach vorn sich umschlägt und in die von der modificirten Haut gebildeten Integumente des Auges übergeht. Der grösste Theil des Bulbus (Fig. 84. *b*) erscheint somit in eine sackartige Höhle eingebettet, die man

Fig. 83. Gehirn und Sinnesorgane von *Pterotrachea*. *gs*. Obere Schlundganglien (Gehirn). *c*. Commissuren. *o*. Augenkapsel. *l*. Linse. *ch*. Choroïdea. *r*. Ganglionäre Ausbreitung des Sehnerven. *a*. Gehörorgan.

*) Eine Ausnahme bilden nur die niederen Gattungen der Loliginen, wie z. B. *Loligopsis*.

bei dem Fehlen einer Cornea als eine seitlich um den Bulbus ausgebreitete vordere Augenkammer ansehen darf. (Vergl. Fig. 84. *ca.*) Da die Auskleidung dieser Augenkammer an einer bestimmten Stelle in das Integument übergeht, muss sie als Conjunctiva angesehen werden. An der Uebergangsstelle communicirt die vordere Augenkammer mit der Aussenwelt, und es kann diese Oeffnung so beträchtlich sein, dass die ganze vordere Linsenfläche frei zu Tage liegt, wie bei *Loligopsis, Onychoteuthis.*

Fig. 84.



Es fehlt dann das Integument gänzlich über dem Auge. Bei grösserer Entwickelung wird die Communicationsöffnung kleiner und liegt entweder in der Mitte über dem Auge (*Loligo*), oder verborgen unter einer als oberes Augenlid erscheinenden Hautfalte (*Octopus*, *Sepia*), in welchem Falle sie oft schwer zu finden ist. Die Auskleidung des Conjunctivalsackes besitzt, soweit sie dem Bulbus anliegt (Fig. 84. *a*), eine weisslich glänzende Farbe und wird dann als Argentea bezeichnet. Als solche geht sie auch auf die vordere Fläche der Iris über. Innen von der Sclerotica folgt die mit der Retina verwebte Choroïdea, deren Pigmentschichte als Uvea die Innenfläche der Iris bedeckt. Vorne um die Circumferenz der Linse bildet die Choroïdea ein sehr entwickeltes *Corpus ciliare* (Fig. 85. *p. c*). Die Retina reiht sich in ihrem Baue an jene der Wirbelthiere an. Einige bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten bietet die Linse. Sie ist, ähnlich der Linse des Fischauges, von kugliger Gestalt, aber aus zwei Theilen zusammengesetzt, die durch eine zarte Membran von einander getrennt werden. Die vordere, weniger gewölbte Linsenhälfte (*l*) wendet ihre ebene Fläche der correspondirenden Fläche der hinteren stärker gewölbten Hälfte (*l'*) zu, und diese ragt weit in die hintere Augenkammer (*c. p*), so dass der letztere erfüllende Glaskörper relativ nur unbedeutend erscheint. Aeusserlich umgibt den Glaskörper eine Hyaloïdea. Durch die Trennung der Linse in zwei Hälften ergibt sich für das Cephalopodenauge ein nicht unbeträchtlicher Unterschied von jenem der Wirbelthiere; aber eben dadurch unterscheidet es sich nicht minder vom Auge der übrigen Mollusken. Wenn auch die Linse mit jener im Auge der Mollusken eine gleiche physiologische Bedeutung besitzt, so ist dieses Organ vom morphologischen Gesichtspuncte gleichwohl als ein anderes, neues anzusehen, welches von nun an an die Stelle der einfacheren, in und mit dem Auge gebildeten Linse der übrigen Mollusken tritt. Es erscheint die Linse der Cephalopoden zum ersten Male als ein von der Epidermisschichte ursprünglich gebildeter Theil, der von nun an auch

Fig. 84. Schematischer Durchschnitt eines Cephalopoden-Auges. *o* Sehnerv. *g.* Sehnervenganglion. *b.* Bulbus. *a* Conjunctiva, hier als Argentea erscheinend. *ca.* Vordere Augenkammer. *cp.* Hintere Augenkammer. *pc.* Cilienfortsätze. *i.* Iris. *l.* Vordere Linsenhälfte. *l'* Hintere Linsenhälfte. *p.* Augenlidfalte.

bei den Wirbelthieren fortbesteht. — Der Sehnerv bildet dicht hinter dem Bulbus ein grosses, oft napfförmiges Ganglion (Fig. 85. *g*), jenem homolog, welches auch bei den Heteropoden erkannt ward. Daraus gehen zahlreiche feine Nervenbündelchen, die Sclerotica durchdringend, in die Retina ein. Der Bewegungsapparat des Auges besteht aus einer Anzahl von der knorpeligen Orbita entspringender Muskeln, die über das *Ganglion opticum* hinwegtretend, an der hinteren Bulbusfläche sich inseriren *).

§. 34.

Organe der Ernährung.

a) Von den Verdauungsorganen.

Alle Mollusken, selbst die der niedersten Abtheilungen, zeichnen sich durch einen von der Leibeshöhle streng geschiedenen Darmcanal aus, der häufige Windungen bildet und sowohl dadurch, als auch durch die seitliche Lagerung der Afteröffnung eine Assymmetrie der Organe bedingt. Nur selten durchzieht er gerade den Körper, und Mund und After liegen an beiden Polen der Längsaxe. Häufig ist die Analöffnung auf dem Rücken angebracht, oder zur Seite gelagert, oft der Mundöffnung beträchtlich genähert. Das Darmrohr zerfällt immer in einzelne, einander ungleichwerthige Abschnitte, welchen sich noch secundäre Organe, theils mechanisch wirkende, theils secretbildende, beigesellen. Mit besonderen Mundorganen zur Aufnahme und Verkleinerung der Nahrung sind, wenn

*) Ueber das Auge der Cephalopoden vergl. vorzüglich Krohn, in den *Act. Acad. Caes. Leop Car. nat. Cur. Vol. XVII. P. I.* und nachträgliche Beobachtungen von demselben, *ibid. Vol. XIX. P. II.* —

Ueber die Deutung der einzelnen Theile des Auges existiren mannichfache Ansichten. Einige Forscher, wie Cuvier, Joh. Müller, vergleichen das äussere Integument, welches hier nur die Rolle einer Cornea spielt, den geschlossenen Augenlidern, während Owen es als wirkliche Cornea ansieht. Da in der That augenlidähnliche Faltenbildungen um das Auge mancher Cephalopoden vorhanden sind, so hält v. Siebold die verdünnte Augendecke für ein drittes, einer Nickhaut entsprechendes Augenlid. Ich glaube, dass auch diese Deutung nicht vollständig genügt, dass man vielmehr auf die Entwickelung zurückgehen müsse, um eine mit dem Baue des Wirbelthierauges übereinstimmende und somit auch erklärende Deutung der Theile zu erhalten. Wir finden ein Stadium, in welchem durch die Einsenkung des die Linse bildenden äusseren Blattes eine Grube entsteht, die bei den Wirbelthieren sich abschnürt, so dass an der Stelle der Einsenkung keine Oeffnung übrig bleibt, indess diese bei den Cephalopoden nicht allein persistirt, sondern auch nach den Seiten hin als Conjunctivahöhle fortwuchert. Dieser Ausdehnung der Höhle über die Seiten des Bulbus hin wird bei den Wirbelthieren durch die Entstehung der Cornea eine Schranke gesetzt. Mangel der Cornea und Bildung der sogenannten Conjunctivahöhle sind somit sich wechselseitig bedingende Entwicklungsverhältnisse. Der äussere Ueberzug des Cephalopodenauges entspricht nach dieser Auffassung jenem Theile des Integumentes, welcher nach der Linsenbildung und vor der völligen Entwickelung der Cornea, namentlich vor ihrer Vereinigung mit der Conjunctiva das Wirbelthierauge überzieht, ist also am besten einer Conjunctiva vergleichbar.

man von den Tentakeln der Bryozoen, der wimpernden Bauchfurche der Tunicaten und von den Mundlappen oder röhrenförmigen Mantelbildungen der Acephalen, welche Theile allerdings Nahrung zuleitende Apparate vorstellen, allein nicht mit eigentlichen Mundwerkzeugen, Kauorganen verglichen werden können, absieht, nur die Cephalophoren und Cephalopoden versehen. Es lassen sich hier dreierlei Apparate erkennen, die in den einzelnen Abtheilungen bald zusammen vorkommen, bald nur theilweise vorhanden sind:

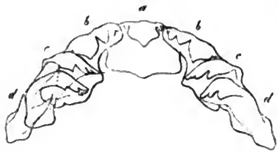
1) Es bestehen senkrecht auf einander wirkende Kiefer, die bei den Cephalophoren meist durch ein horniges, bogenförmiges, zierlich ausgeschweiftes, häufig am Rande gezähneltes Stück vorgestellt werden. Es lagert dieser unpaare, besonders bei den pflanzenfressenden Landgasteropoden entwickelte Kiefer der oberen Schlundwand an und kann beim Fressen mehr oder minder weit nach vorne bewegt werden. Ein unteres Stück fehlt. Dagegen treffen wir die beiden Stücke bei den Cephalopoden in beträchtlicher Ausbildung. Sie erscheinen als zwei starke, gleichfalls hornige, einem Papageischnabel vergleichbare Stücke, welche mit scharfen Rändern versehen sind, und von denen das untere, stärker gekrümmte, über das obere hinweggreift. Beide Kiefer sind vorne an der Mundöffnung gelegen und werden nur an ihren Wurzeln von den weichen Lippenrändern bedeckt.

2) Es finden sich horizontal gegen einander gerichtete, also seitlich an der Schlundwand angebrachte Kieferbildungen, welche bald nur aus festen Abscheidungen bestehen und plattenartig gestaltet erscheinen (Heteropoden), bald mit scharfen Rändern ausgestattet und somit den Kiefern der Ringelwürmer an die Seite zu stellen sind; sie haben ihre grösste Entwicklung bei den fleischfressenden Gymnobranchiaten, und werden bei den Clionen durch feste Stacheln dargestellt*).

3) Ein unpaares, von der unteren Wand des Schlundkopfes in die Schlundhöhle ragendes Organ, zum Theile aus Muskeln bestehend, kann physiologisch der Zunge der Wirbelthiere verglichen werden. Ein innerer Stützapparat des Organes wird von einigen Knorpelstücken gebildet, deren schon oben bei dem inneren Scelete gedacht worden ist. Auf seiner Oberfläche liegt eine derbe, hornige Platte, auf der sich nach rückwärts gerichtete und in Querreihen angeordnete Zähnchen erheben. Die Anordnung dieser Zähnchen oder Häkchen (Fig. 85. *a. b. c. d*), ihre Form und ihre Zahlenverhältnisse sind ausserordentlich mannichfaltig und

*) Am merkwürdigsten sind mit seitlichen Kiefern vergleichbare Organe bei einem andern Pteropoden (*Pneumodermon*) gebildet. Von dem Hintertheile der Reibplatte gehen nämlich jederseits einige Zwischenreihen auf die Innenwand eines Schlauches über, der zum Munde hervorgestülpt werden kann, ähnlich dem Zackenrüssel eines Tetrarhynchus. Es können diese Theile wohl als Greif- oder Fangorgane zu betrachten sein.

Fig. 85.



wechseln nicht allein nach den grösseren Abtheilungen, sondern auch nach den Ordnungen, Familien, bis auf die Arten herab, doch so, dass die Verwandtschaftsverhältnisse auch in der Bildung dieser Theile ausgesprochen sind. In der Regel ist eine mediane Längsreihe (*a*) vorhanden, an welche sich symmetrische seitliche Zähnchen (*b. c. d*) anschliessen. Das aus der Summe dieser Häkchen gebildete Organ wird als »Reibplatte« bezeichnet und fungirt vorzüglich bei dem Einziehen der Nahrungsstoffe. Seine Ausdehnung ist oft beträchtlich. Es ragt bei manchen, in einen besonderen, als Ausstülpung des Schlundes erscheinenden Sack gehüllt, bis in die Leibeshöhle und kann dann sogar die Länge des Körpers übertreffen*). Bei den Pteropoden ist diese Reibplatte wenig ausgebildet; einigen (*Cymbulia*, *Tiedemannia*) fehlt sie sogar gänzlich. Bei den Gasteropoden ist sie bald mehr in die Breite, bald mehr in die Länge gedehnt, und bei Heteropoden zeigt sie insofern eine höhere Bildungsstufe, als die äusseren der in Querreihen angeordneten Häkchen nicht allein von beträchtlicher Länge, sondern auch beweglich eingelenkt sind. Sie können so beim Hervorstrecken der Reibplatte sich aufrichten, um beim Zurückziehen, sich zangenartig zusammenschlagend, als Greiforgane zu wirken. Auch bei den Cephalopoden wird Zungenwulst nebst Reibplatte angetroffen und letztere zeigt hier zahlreiche, in Reihen stehende und nach rückwärts gerichtete Stacheln**).

Die eben dargestellten, dem Ergreifen und Zerkleinern der Nahrungsstoffe dienenden Organe liegen in einem schlundkopfartigen musculösen Organe am Anfange des Darmcanals, der mit letzterem nicht selten in einer rüsselartigen Verlängerung des Kopftheiles geborgen ist. Der ganze Rüssel oder ein Theil davon ist häufig zum Rückziehen und Vorstrecken eingerichtet und dann oft von beträchtlicher Länge***). Als Stütze der

Fig. 85. Eine Reihe Zähnchen von der Reibplatte von *Littorina littorea*. a. Mittlere, *b*, *c*, *d*. seitliche Zähnchen.

*) Bei *Patella* kommt die Zunge der Länge des Körpers gleich, ums siebenfache übertrifft sie die Körperlänge bei *Trochus pagodus*.

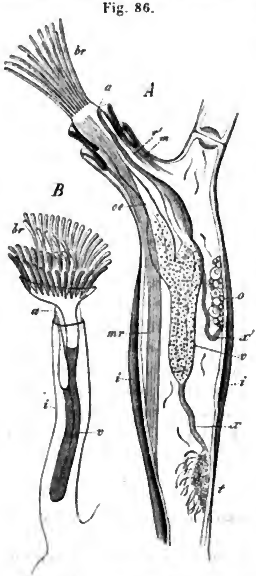
**) Es ist die Berücksichtigung der Mundtheile und namentlich der Reibplatte der Schnecken in neuerer Zeit Gegenstand besonderer Untersuchungen geworden, und es wurde sogar versucht, die systematische Eintheilung der Gasteropoden auf den Bau der Reibplatte zu gründen. — Die wichtigsten Arbeiten hierüber sind von Loven in *Oefersigt af Kongl. Vetensk. Akad. Förhandlingar*, 1847; A. Schmidt, Zeitschr. für Malaco-Zoologie, 1853, Troschel, Gebiss der Schnecken, Lief. I. II. 1856 - 57.

***) Solche vorstreckbare Rüssel sind besonders bei Kammkiemern vorhanden, *Voluta*, *Cassis* u. s. w., auch bei Heteropoden und bei Pneumodermon kann der Schlundkopf hervortreten.

sehr complicirten Musculatur des Schlundkopfes dienen die schon oben beim Scelete erwähnten Knorpelstückchen, an welche namentlich die Zungenwulst sich befestigt*) Die Entwickelung dieses Schlundkopfes und seiner musculösen Wandungen steht in geradem Verhältnisse zur Entfaltung der Mundorgane, so dass er in jenen Gruppen vollständig fehlt, denen die bezeichneten Mundorgane abgehen, also den Bryozoen, Tunicaten, Brachiopoden und Lamellibranchiaten. —

Der übrige Verdauungscanal der Mollusken lässt auf seinem weiteren Verlaufe in der Regel drei Hauptabschnitte erkennen, von denen der erste als Speiseröhre, der zweite als Magen und der dritte als eigentlicher Darm erscheint. Die Abgrenzung dieser einzelnen Theile von einander ist jedoch ebenso oft undeutlich, als die einzelnen Abschnitte wiederum in untergeordnete Theile zerfallen.

Fig. 86.



Am einfachsten stellen sich die drei Abschnitte bei den Bryozoen und Tunicaten dar, indem bei den ersteren der zwischen den Tentakeln beginnende Schlund sich in einen gerade nach abwärts steigenden Oesophagus (Fig. 86. *A. oe*) fortsetzt und dort in eine Magenerweiterung übergeht. Vor dem eigentlichen Magen zeigt sich sehr häufig eine Art von Kaumagen, in Form einer kurzen, mit verdickten Wandungen versehenen rundlichen Anschwellung. Am meisten ist diese bei *Bowerbankia* und *Vesicularia* entwickelt. Der tief in die Leibeshöhle hinabsteigende Magen (Fig. 86. *A. B. v*) zeigt in der Regel den Pylorus dicht neben der Cardia, beide nur durch eine schmale Brücke von einander getrennt. Doch ist nicht selten der Pylorustheil hinter der Cardia gelagert. Der aus ersterem hervorgehende Darm läuft parallel mit dem Oesophagus nach vorne und öffnet sich in der Nähe des Mundes, jedoch stets

Fig. 86. Organisation von Bryozoen. *A. Plumatella fruticosa. B. Paludicella Ehrenbergi. br.* Tentakelförmige Kiemen. *oe.* Speiseröhre. *v.* Magen. *r.* Darmcanal. *a.* Afteröffnung. *i.* Körperhülle (Gehäuse). *x.* Hinterer, *x'* vorderer Strang, an deren Insertion an der Körperwand die Geschlechtsproducte sich entwickeln. *t.* Hoden. *o.* Ovarium. *m.* Rückziehmuskel des vorderen Abschnittes der Körperhülle. *mr.* Hauptrückziehmuskel. (Nach Allman.)

*) Vergl. über den Bau des Schlundkopfes der Gasteropoden: Claparède, *loc. cit.* und Semper in Zeitschr. f. wiss. Zoolog. Bd. VIII. u. in Bd. IX. p. 270.

unter- und ausserhalb des Tentakelkranzes, nach aussen (Fig. 86. *A. B. a*). Pylorus und Cardia sind durch Einschnürungen ausgezeichnet. Dieselbe Form des Darmcanals besitzen unter den Tunicaten die Ascidien; es liegt die Mundöffnung im Grunde des Athemsackes, wie sie bei allen Tunicaten in der Athemhöhle verborgen ist. Die Abschnitte des Darmrohres sind weniger deutlich ausgeprägt, mehr bei den Salpen und bei Doliolum, wo man in der Regel eine Magenerweiterung deutlich unterscheidet. Der Darmcanal ist bei Salpen, sowie bei den Pyrosomen zusammengedrängt und bildet mit den Geschlechtsorganen eine rundliche, meist lebhaft gefärbte Masse, die man als »Nucleus« bezeichnet hatte (Fig. 91. *v. i*). Bei einigen Salpen kommen blindsackartige Ausstülpungen des Magens vor (*Salpa democratica*, *mucronata*, *pinnata* u. a.). Der Enddarm öffnet sich entweder in eine gemeinsame Auswurfshöhle, wie bei den Ascidien, Pyrosomen, Salpen und Doliolen, bei welch' beiden letzteren der von der Kieme nach rückwärts gelegene Abschnitt der cylindrischen Körperhöhle als solche angesehen werden muss, oder es durchbohrt der After die Leibeswand und mündet so direct auf die Oberfläche aus (*Appendicularia*).

Als ein eigenthümliches, wie es scheint, allen Tunicaten zukommendes Organ muss die sogenannte Bauchrinne betrachtet werden. Es ist eine von der Eingangsöffnung des Körpers an der Bauchseite bis zum Munde hin sich erstreckende Furche, welche somit bei den Ascidien die ganze Länge des Athemsackes durchzieht, bei allen Tunicaten durch reichlichen Wimperbesatz sich auszeichnet und unter sich in der Körperwand ein festes, stabartiges Gebilde (von Huxley Endostyl genannt) liegen hat. Es dient das letztere Gebilde (Fig. 75. *e*) der wimpernden Bauchfurche gleichsam als Stütze und besitzt bei den übrigen Mollusken keine Analogie. Die Bedeutung der Bauchfurche steht in enger Verbindung mit der Ernährung, indem dies Organ als Zuleiteapparat von Nahrungsstoffen zum Munde erscheint.

Bei den Brachiopoden findet sich die Mundöffnung zwischen den beiden Armen. Der von ihr aus beginnende Darmcanal ist entweder, jenem mancher Ascidien vergleichbar, mit einem langen Oesophagus und verschieden weiten Magen versehen (bei *Terebratula* und *Orbicula*), oder er erscheint einfacher, aber in mehrfache Windungen gelegt (*Lingula*) und schliesst sich dadurch an die Darmbildung der Lamellibranchiaten an. Das Endstück des Darmes wendet sich stets nach vorne und mündet in der Regel seitlich in die Mantelhöhle aus.

Am Munde der Lamellibranchiaten sind jederseits zwei verschieden gross entwickelte Tastlappen vorhanden, welche durch ihren Cilienbesatz als zuleitende Organe erscheinen, und dies um so mehr, als sie sich zu einer Rinne vereinigen können und dann physiologisch der wimpernden Bauchfurche im Athemsacke der Tunicaten zu vergleichen sind. Die Mundöffnung führt in der Regel in eine kurze Speiseröhre, die von dem nur als eine erweiterte Stelle des Darmcanals erscheinenden

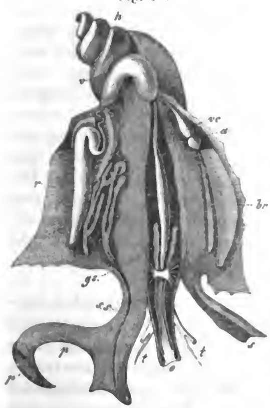
Magen kaum unterschieden werden kann, so dass die Blattkiemer wie durch die rudimentäre Entwicklung eines Kopftheiles auch durch geringe Entfaltung des vordersten Abschnittes des Darmcanals characterisirt werden. Bei vielen Blattkiemern ist der Magen an seinem Pylorustheile durch eine blindsackartige, oft beträchtliche und durch eine Klappe verschliessbare Ausstülpung ausgezeichnet. In den Blindsackbildungen oder, wo solche fehlen, im Darmcanale selbst, wird bei einer grossen Anzahl von Thieren aus der genannten Classe ein eigenthümliches Gebilde getroffen, welches unter dem Namen Krystallstiel bekannt und als eine von dem Darmepithelium gebildete Absonderung zu betrachten ist*). Der übrige Darm tritt nach einfacher oder mehrfacher Windung gegen den Rücken des Thieres und ist in der Regel von gleichem Durchmesser, meist enge zwischen die übrigen Organe (Leber, Geschlechtsdrüsen) des Eingeweidesackes eingebettet. Sein Endstück verläuft unter dem Schlossrande der Schale gelegen, zum Hintertheile des Körpers und durchbohrt auf diesem Wege bei einer grossen Anzahl von Blattkiemern Herzbeutel und Herz**), um dann hinter dem hinteren Schliessmuskel auf einer verschieden langen, frei in die Mantelhöhle ragenden Papille sich zu öffnen.

Der Verdauungsapparat der Cephalophoren characterisirt sich erstlich durch die meist sehr vollkommene Entwickelung der Mundorgane und des Pharynx, zweitens durch eine beträchtliche Ausbildung des Oesophagus, der den Magen immer eine Strecke weit vom Munde entfernt. Der Oesophagus ist selbst bei jenen Cephalophoren entwickelt, die mit rudimentären Mundtheilen versehen sind, wie einige Pteropoden. Der Magen wird in der Regel durch eine erweiterte Stelle des Darmcanals dargestellt, und der übrige Darm geht dann in den einfachsten Fällen in Form einer Schlinge, den Eingeweidesack durchsetzend, zu der seitlich und vorne gelegenen Afteröffnung. Es ist den Cephalophoren eigenthümlich, dass der After meist in der Nähe der Athemorgane sich findet; entweder in die Kiemenhöhle ausmündend oder neben der Kieme sich öffnend, bei Nacktkiemern (*Doris* u. a.), sogar von den Kiemenbüscheln umstellt. Von dieser Grundform des Darmcanals

*) Der Krystallstiel, mit Ausnahme von *Ostrea*, *Pecten*, *Spondylus*, *Malleus* u. a. bei einer grossen Anzahl von Arten aus anderen Gattungen, jedoch da nicht zu allen Zeiten angetroffen, besteht aus einem cylindrischen, stabförmigen, verschieden harten Körper, der eine lamellöse Schichtung aufweist, und bald durchsichtig, glashell, bald durch Kalkeinlagerungen weisslich getrubt sich darstellt. Durch das Zerfallen der homogenen Schichten entstehen verschieden geformte Theilchen, die immer die erfolgende Auflösung dieses Ausscheideproductes anzeigen, sowie das ganze Gebilde eine gewisse Periodicität in seinem Auftreten und Verschwinden nicht verkennen lässt. Die bis jetzt noch nicht festgestellte physiologische Bedeutung dieses Gebildes dürfte vorzüglich in den Ernährungsverhaltnissen der betreffenden Individuen zu suchen sein. Auch bei den Schnecken kommen ähnliche Bildungen vor.

**) Es sind von dieser Einrichtung nur die Bohrmuscheln und die Austern ausgenommen.

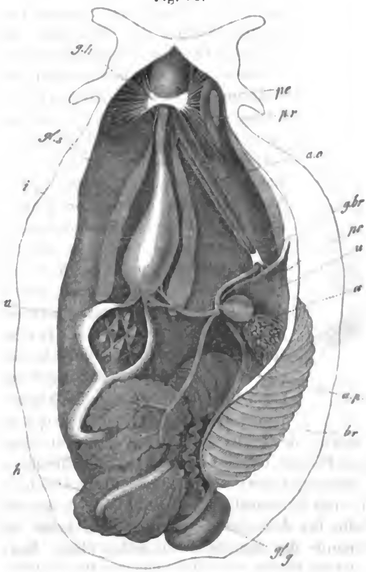
Fig. 87.



bilden sich zahlreiche Modificationen aus, theils durch verschiedene Längeentwickelung der einzelnen Abschnitte, theils durch Bildung von Divertikeln oder blindsackartigen Ausstülpungen. Eine kropfartige Erweiterung des Oesophagus ist bei allen Heteropoden bemerkbar und von beträchtlicher Länge, so dass sie als Magen angesehen werden könnte. Auch den Gasteropoden fehlt sie nicht und erscheint als blindsackartige Ausstülpung, wie z. B. bei *Planorbis* und *Lymnaeus*, bei *Buccinum*, *Voluta* u. a., bei manchen, wie bei *Aplysia* (Fig. 83. *i*) sogar eine beträchtliche Grösse erreichend. — Der Magen ist entweder eine einfache oder eine durch stärkere Wandungen ausgezeichnete Erweiterung des Darmes, wie ersteres bei *Helix*, *Limax* u. s. w., letzteres bei *Lymnaeus*, *Planorbis* der Fall ist: oder er erscheint blinddarmartig, wobei *Cardia* und *Pylorus* neben einander liegen, und dies ist die häufigere Form. Durch Theilung kann der Magen in mehrere Abschnitte zerfallen. So wird Cardial- und Pylorusabschnitt durch eine in den Magen vorspringende Längsfalte bei *Littorina* geschieden, und beide Abschnitte gehen dann im Grunde des Magens in einander über. Durch quere Einschnürungen entstehen hinter einander gelegene Magenabtheilungen, wie solche bei den Pleurobranchiaten (*Aplysia*) am deutlichsten ausgebildet sind. Die Bedeutung der einzelnen Abschnitte ergibt sich durch die verschiedenen vom Epithel erzeugten Bildungen als eine mannichfache. So finden wir bei *Aplysia* einen Abschnitt mit pyramidal geformten Stücken von knorpelartiger Härte besetzt (Fig. 88. *v*), einen anderen mit festen Hornhäkchen ausgestattet. Solche Hakenbildungen finden sich auch im einfachen Magen von *Tritonia*, ein breiter Gürtel scharfeckiger Platten in jenem von *Scyllaea*, sowie feste Reibplatten auch im Magen der mit rudimentären Mundtheilen versehenen Pteropoden vorhanden sind. — Erweiterungen kommen am übrigen Darme in der Regel nur in der Nähe der Afteröffnung vor, wo es nicht selten zur Bildung eines besonderen Rectums kommt, eines Endabschnittes, der sich von dem übrigen Darme durch seine Weite auszeichnet (Fig. 87. *r*). Die

Fig. 87. Organisation von **Strombus lambis**. Kiemenhöhle und Eingeweidesack vom Rücken geöffnet. *o*. Mund. *t*. Tentakeln. *gs*. Speicheldrüsen. *v*. Magen. *h*. Leber. *r*. Enddarm. *br*. Kieme. *a*. Vorhof. *vc*. Herzkammer. *ss*. Samenrinne. *p*. Penis. *s*. Athemröhre. (Nach Quoy u. Gaimard.)

Fig. 88.



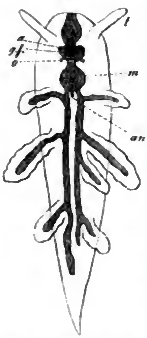
Afteröffnung ist nur in Ausnahmsfällen am hinteren Leibesende angebracht, findet sich vielmehr bei den einer Schale entbehrenden entweder rechterseits in der Nähe des Kopfes oder auf dem Rücken des Thieres*). Bei den beschalten Schnecken ragt der After häufig auf einer Papille angebracht in die Mantelhöhle vor.

Eigenthümlich verhält sich hinsichtlich des Darmcanals eine Gruppe von Gasteropoden, nämlich die der Abranchiaten und eine grosse Anzahl Gymnobranchiaten. Oesophagus und Magen sind in der Regel beträchtlich kurz, und auch der Darmcanal zeigt nur in seltenen Fällen grössere Windungen. Dagegen entspringen vom Magen oder auch von dem Anfange des Darmes secundäre Anhänge, die bald einfach die Länge des Körpers durchziehen und wenige seitliche Verästelungen tragen, bald in reicher Verzweigung nicht allein die Leibeshöhle durchsetzen, sondern auch in die vom Rücken des Körpers entspringenden Fortsätze hineinragen. (Vergl. Fig. 89.) In der grossen Familie der Aeolidier finden sich für diese beiden Zustände und alle sie vermittelnden Uebergänge vielfache Beispiele. So sind bei *Tergipes* mit wenigen Rückenan-

Fig. 88. Organisation von *Aplysia*. *gh*. Gehirnganglien. *g. br*. Eingeweide oder Kiemenganglion. *i*. Kropf. *v*. Magen. *h*. Leber. *gl. s*. Speicheldrüsen. *br*. Kiemen. *pc*. Pericordialraum. *a*. Vorkammer. *u*. Herzkammer. *ac*. Kopfarterie. *ap*. Leberast der Eingeweidearterie. *gl. g*. Zwitterdrüse. *pe*. Ruthe. *pr*. Rückziehmuskel der Ruthe.

*) Bei *Doris*, *Polycera* u. a.

Fig. 89.



hängen auch wenige Blindsäcke ausgebildet, indess *Calliopoea*, *Aeolidia*, *Amphorina* eine grosse Anzahl solcher verästelter Schläuche besitzen. Es können die Schläuche auf ihrem Verlaufe auch Anastomosenbildungen eingehen, entweder in regelmässiger Form einen im ganzen Umfange des Thieres die Hauptstämme aufnehmenden Ringcanal bildend, oder in unregelmässiger Weise als Maschenwerk den Körper durchziehend. Sowie die Zahl und die allgemeine Gestaltung dieser Anhänge des Darmcanals wechselt, so sind auch ihre Dimensionen verschieden, so dass sie bald nur wie Ausstülpungen des Darmes sich darstellen, durch weite Oeffnungen mit letzterem in Communication und dann auch Speisemassen aufzunehmen im Stande sind, bald nur als enge Canäle erscheinen, die an der Nahrungsaufnahme nicht direct theilnehmen können. Auch zwischen diesen Extremen finden sich Uebergangsformen vor. Für die Auffassung der Bedeutung dieser Darmbildung erscheint ein nie fehlender drüsiger Beleg von grosser Wichtigkeit. Die ganze Reihe der Verästelungen zeigt sich schon durch ihr Colorit von dem übrigen Darme verschieden, und die feinere Structur der Wandungen jener Canäle, mögen sie weit oder enge sein, lässt eine Uebereinstimmung mit einem gallebereitenden Organe erkennen. Dadurch stellen sich die Verästelungen als Aequivalente einer Leber heraus, jenen Bildungen ähnlich, die bei Trematoden und Planarien beobachtet sind. Die Bedeutung einer Leber grenzt sich hier um so strenger ab, je enger das Lumen der Canäle und je mächtiger die drüsige Schichte ist, indess durch die gegentheilige Bildung die Bedeutung als blosser Darmanhang hervortritt. Wie bei jenen Würmern, ist wohl auch hier noch eine andere Function in den verästelten Anhängen zu suchen. Besonders da, wo die Canäle durch beträchtliche Weite ausgezeichnet sind, werden sie auch zur Vertheilung des Chymus im Körper beitragen, und es ist diese Verrichtung um so wahrscheinlicher, als in solchen Fällen die drüsige Auskleidung nur wenig entwickelt ist*).

In der Classe der Cephalopoden geht aus der stets gleichmässig hoch ausgebildeten Pharynxmasse (Fig. 93. *ph*) eine anfänglich enge, innen starke Längsfalten tragende Speiseröhre hervor, die nach Durch-

Fig. 89. Verdauungsapparat eines *Tergipes*. *m*. Magen. *an*. After. *gs*. Gehirnganglien. *a*. Augen. *o*. Gehörorgane. *t*. Tentakel.

*) Man hatte früher einer Anzahl nach obiger Art organisirter Gasteropoden Kreislaufsorgane abgesprochen und dann dem verästelten Darmcanale die Rolle dieser Organe zugedacht, bis das Auffinden eines Herzens und häufig sogar sehr entwickelter Gefässe die Anschauung ändern musste, und im verästelten Darm vorzüglich ein Leberorgan erkennen liess.

setzung des Kopfknorpels entweder gleichmässig zum Magen herabtritt (*Loliginen*), oder auf ihrem Verlaufe noch mit einer oft ansehnlichen kropfartigen Erweiterung versehen ist (*Octopoden*, *Nautilus*). Der Magen ist (Fig. 90. *v*) oval oder rundlich, meist von beträchtlicher Weite und mit starken Muskelwänden versehen. Auf jeder der beiden Seiten gibt sich eine radiär verlaufende Muskelschichte zu erkennen, in deren Mitte eine besonders bei *Nautilus* bemerkliche, sehnige Platte angebracht ist, ähnlich der Magenbildung der Vögel, mit der auch die dicke Epithelialauskleidung in Uebereinstimmung steht. Der neben der Cardia gelegene Pylorus führt in den gleich an seinem Beginne mit einer blinddarmartigen Ausstülpung versehenen Darm, der anfänglich auf seiner Innenfläche gleichfalls noch Längsfaltung zeigt und sich meist in geradem Verlaufe (wenig gewunden ist er nur bei *Nautilus* und den *Octopoden*) nach vorne wendet (Fig. 90. *i*), um im Anfange des Trichters sich nach Aussen zu öffnen. Um die Afteröffnung sind bei vielen Cephalopoden zwei bis drei Klappen oder doch klappenähnliche Vorsprünge, durch entwickelte Musculatur ausgezeichnet, vorhanden. Sehr breit und dreieckig gestaltet sind diese Analklappen bei *Sepioteuthis;* fadenförmig, wie Tentakel geformt, erscheinen sie bei *Loligopsis.* —

Eine besondere Berücksichtigung verdienen die vorhin erwähnten Blindsackbildungen (Fig. 90. *c*) am Beginne des Darmes, die sowohl in ihrer äusseren Form, als auch in der Beschaffenheit der Innenfläche verschiedene Verhältnisse darbieten. Von manchen Autoren ward dieser Blinddarm als ein zweiter Magen angesehen. Was seine Form angeht, so ist er entweder rundlich (*Nautilus*, *Rossia*, *Loligopsis*), oder in die Länge gedehnt und dann oft spiralig gewunden; so bei *Sepia*, *Octopus*. Bei grösserer Länge kommen mehrere Spiralwindungen zu Stande (Fig. 90. *c.c*), so dass er dem Gehäuse einer Schnecke ähnlich erscheint (*Loligo sagittata*). Seine Innenfläche zeigt bald vorspringende, blätterartig angeordnete Falten (*Nautilus*), oder auch circuläre Faltenbildungen, die sich der Spiralform adaptiren. Zwei der grössten Falten nehmen die Ausführgänge der Leber auf und sind besonders gegen den Darm hin beträchtlich ausgebildet, so dass sie gegen diesen einen klappenartigen Verschluss zu Stande bringen können. Die Bedeutung dieses Blinddarmes ist wenig bestimmt, und nur so viel scheint sicher, dass er an der Aufnahme von Nahrungsstoffen sich

Fig. 90.



Fig. 90. Verdauungsapparat von *Loligo sagittata*. *oe*. Speiseröhre. *v*. Der Magen, der Länge nach geöffnet. *x*. Eine durch den Pylorus hindurchgeführte Sonde. *c*. Anfang des Blinddarms. *e*, *e*. Spiraliger Theil desselben. *i*. Enddarm *a*. Tintenbeutel. *b*. Einmündung desselben in das Rectum. (Nach Home.)

nicht betheiligt, sondern nur eine secretorische Rolle spielt, wie er denn auch bei einigen, wie z. B. bei *Loligo vulgaris* der Falten entbehrend in seinen Wandungen reichliche Drüsen birgt. Aus all' diesem möchte die Vergleichung des Blinddarmes mit den *Appendices pyloricae* der Fische zu rechtfertigen sein.

Accessorische Drüsenorgane. Speicheldrüsen fehlen sowohl den Bryozoen, wie den Tunicaten und Muschelthieren. Auch unter den Cephalophoren gehen sie den Pteropoden ab, so dass wir also auch hier einen innigen Zusammenhang zwischen dem Vorkommen dieser Organe und der Ausbildung der Mundtheile erkennen. In ihrer einfachsten Bildung erscheinen sie schlauchförmig und der secernirende Abschnitt ist kaum vom Ausführgange geschieden. Ihre Anordnung ist symmetrisch, indem sie zu jeder Seite des Oesophagus lagern. (Vergl. Fig. 87. *gs*, 88. *gls.*) Sie sind dann auch in der Regel von beträchtlicher Kürze, wie bei Abranchiaten und Heteropoden. Sehr ansehnliche rundliche Massen stellen die Speicheldrüsen vieler Ctenobranchiaten vor, bei denen der drüsige Abschnitt in der Regel auf mehrere Partien vertheilt ist und der lange Ausführgang parallel dem Oesophagus verläuft. Am häufigsten erscheinen sie als flache, einfache oder in Lappen getheilte Drüsen, welche den Magen oder die Speiseröhre bedecken und diesen Organen auch angeheftet sind. Die Pulmonaten bieten für diese Form Beispiele dar. Nicht selten finden sich auch doppelte Paare, von denen entweder die Ausführgänge immer getrennt erscheinen, oder jene des hinteren Paares sich mit einander vereinigen. Auch da, wo nur ein Paar vorhanden ist, ist oft die Verschmelzung in eine einzige Masse zu beobachten, wobei dann die Duplicität durch die Ausführgänge bestimmt wird*).

Doppelte Speicheldrüsen, vordere und hintere, characterisiren auch die Cephalopoden. Die hinteren, nur bei *Nautilus* fehlenden, liegen seitlich vom Oesophagus, hinter dessen Durchtritt durch den Kopfknorpel. Sie sind entweder glatt, oder mit gelappter Oberfläche versehen und lassen ihre Ausführgänge in der Regel innerhalb des Kopfknorpels zu einem einzigen Gange sich vereinigen, der vor dem Zungenwulste in die Schlundhöhle einmündet (Fig. 93. *gls. i*). Bei *Octopus* und anderen sind ausser den hinteren noch zwei vordere als kurze, dicht hinter dem Pharynx liegende Drüsenmassen vorhanden, aus denen mehrere, die Pharynxwände durchbohrende Ausführgänge hervorgehen (Fig. 93. *gls. s*).

---

*) Doppelte Speicheldrüsen besitzen z. B. *Tanthina*, *Littorina*, *Pleurobranchea*. Bei letzterer Gattung ist das hintere Paar vereinigt. Das einzige Drüsenpaar ist bei Arten der Gattung *Doris* gleichfalls häufig verschmolzen. Bei verschiedenen *Murex*-Arten sind auch die Ausführgänge, wenn auch nur theilweise, vereinigt, und eine einzige Speicheldrüse mit einfachem Ausführgange ist bei *Terebra* beobachtet. — Einfache oder doppelte, wie Ausstülpungen des Schlundes erscheinende Schläuche von drüsiger Natur kommen mehreren Kammkiemern (*Murex*, *Buccinum*) zu.

Die **Leber** zeigt bei den Mollusken dieselbe stufenweise Entwickelung, wie in den übrigen niederen Thierabtheilungen, indem sie anfänglich eine die Innenfläche des Darmes auskleidende Schichte darstellt und sich von da aus allmählich zum besonderen, nur durch seine Ausführgänge mit dem Darme verbundenen Organe erhebt. Sehr deutlich ist eine solche Drüsenschichte am Magen der Bryozoen erkennbar, dem sie meist eine lebhafte Färbung verleiht. Auch bei den Tunicaten, besonders bei Ascidien, überzieht eine solche Schichte verschieden grosse Strecken des Verdauungscanales und ist an Blindsackbildungen des Darmes reichlicher entwickelt*). Selbständige Drüsenbüschel sehen wir die Leber bei den Brachiopoden darstellen, bei denen die einzelnen Gruppen entweder für sich, oder in grössere Massen vereinigt, in die verdauende Cavität einmünden. Mehr noch erscheint dies Organ bei den Lamellibranchiaten entfaltet, wo es aus zahlreichen, in grössere Acini vereinigten Läppchen gebildet wird und zumeist einen grossen Theil des Darmcanals umgibt, in welchen es an mehreren Stellen einmündet**).

Bei den Cephalophoren haben wir die Leberbildung von den oben beim Darmcanal geschilderten blindsackartigen Ausstülpungen zu entwickeln. Wir sehen an diesen Organen, wie sie in ihrer einfacheren Form noch den Darmcavitäten angehören und erst unter grösserer Complicirung sich zu blossen drüsigen Anhängen umbilden, so dass sie zuletzt ausschliesslich als gallenbereitende Organe erscheinen, deren mit dem Darme communicirende Ausführgänge entweder nur noch kleine Strecken zum Eintritte von Darmcontentis erweitert sind, gleichsam Anhänge des Darmcanals vorstellend, oder die enger geworden nicht mehr an der Aufnahme der Darmcontenta theilnehmen. Während bei diesen Gasteropoden die Leberorgane sich allseitig im Körper verzweigen, stellen sie bei andern compactere Massen vor, die hinsichtlich ihrer feineren Structur hoch organisirt erscheinen, sowie die Leber der Cephalophoren im Allgemeinen fast immer auch das grösste Organ vorstellt. Es sind meist mehrere grössere Leberpartien vorhanden, welche bei den schalentragenden Cephalophoren die hinteren Abschnitte des Eingeweidesackes einnehmen und den Darm auf verschieden grossen Strecken umlagern. Die aus dem Leberparenchym hervortretenden und sich allmählich vereinigenden Gallengänge münden zu zweien oder dreien entweder

---

*) Die Leberorgane der Tunicaten bedürfen noch specieller Aufklärung. Während man früher Theile des Geschlechtsapparates für die Leber hielt, möchte man gegenwärtig den meisten Tunicaten ein besonderes Leberorgan absprechen. Die den Magen der *Salpen* überziehende drüsige Schichte, von der Canäle zur verdauenden Höhle gehen, möchte Huxley für ein Lymphgefässsystem halten, indess sich diese Organe doch im engen Anschlusse an andere bestimmte Leberbildungen erkennen lassen.

**) Die grünlich oder bräunlich gefärbte Leber der Muschelthiere ist mit ihren Läppchen häufig so innig mit den Geschlechtsorganen verwebt, dass es schwer ist, sie in ihrer Totalität davon abzutrennen.

in den Darm oder in den Magen, und zwar am häufigsten in den Pylorusabschnitt ein. Die Zahl der gesonderten Leberpartien, sowie ihre relative Grösse ist sehr verschieden. Doch lässt sich im Allgemeinen mit einer Vergrösserung der Lebermasse auch die einheitliche Bildung des Leberorganes erkennen, indessen die einzelnen Lappen um so kleiner sind, je zahlreicher sie vorkommen*). Bei den Pteropoden löst sich das Leberorgan in eine grosse Anzahl kleiner Blindschläuche auf. Solche sitzen bei *Pneumodermon* in verästelten Gruppen dicht beisammen und die weiten Mündungen ihrer Ausführgänge durchbohren fast siebförmig die Magenwand. Einfachere Acini besetzen einen Abschnitt des Darmes der übrigen Pteropoden und bilden eine dicht geschlossene Masse, welche vom Darme gleichsam durchbohrt wird (Fig. 98. *h*). —

Ein ansehnliches Organ stellt die Leber der Cephalopoden vor, welche bei den Loliginen und Octopoden eine einzige vom Oesophagus durchsetzte Masse bildet, bei der Mehrzahl der übrigen Cephalopoden in zwei seitliche, am obern Ende vereinigte Massen zerfällt, z. B. bei *Sepia* und *Rossia*. Diese sind bei *Sepiola* und *Argonauta* noch mehr in einander vereinigt und gehen bei *Eledone* in die rundliche Form über, wie sie für die meisten Octopoden characteristisch ist. In vier Lappen getheilt erscheint die Leber von *Nautilus*, und zwar geht aus jedem Lappen ein besonderer Gallengang ab, während bei den Dibranchiaten, unabhängig von der allgemeinen Form der Leber, stets nur zwei Gallengänge bestehen. Die Gallengänge vereinigen sich zu einem in das Ende des Blinddarmes mündenden gemeinsamen Canale. —

b) Von den Kreislaufsorganen.

Die allmähliche Entfaltung von Organen des Blutkreislaufs, die Herausbildung derselben aus einer mit der ernährenden, dem Chylus der Wirbelthiere vergleichbaren Flüssigkeit erfüllten Leibeshöhle zu einem Gefässsysteme ist durch die einzelnen Abtheilungen der Mollusken hindurch stufenweise zu verfolgen. Von den analogen Apparaten der Würmer und Gliederthiere ist jener der Mollusken schon in seinen einfachsten Bildungen durch den Mangel der Wiederholung gleichartiger Abschnitte verschieden. Es bestehen am Centralorgane weder zahlreiche Kammerbildungen, wie solche von den vieltheiligen Organismen der niederstehenden Abtheilungen postulirt werden, noch wird das Centralorgan von einzelnen Abschnitten des Gefässsystemes vertreten, sondern wo ein Centralorgan des Kreislaufs erscheint, steht es im Gegensatze zu den

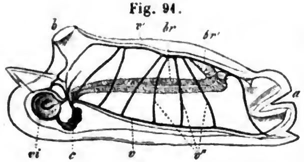
*) Wegen ihrer symmetrischen Anordnung ist die Leber von *Dentalium* merkwürdig; sie besteht aus zwei in der Fläche ausgebreiteten, fingerförmig gelappten Drüsenbüscheln, die einander gegenüber in den Darm münden. Vier paarig unter einander vereinigte, sehr weite Schläuche stellen die Leber von *Phyllirhoë* vor. Es zeigt diese, sowie *Dentalium* einen leisen Uebergang zu den vielfach verästelten Leberschläuchen der Aeolidier.

peripherischen Theilen, die stets von ihm durch Bau und Verrichtung nicht unbedeutend verschieden sind. — Es erscheint somit bei den Mollusken zum erstenmale ein eigentliches »Herz,« und zwar nicht als ein blosser, nur in seiner Thätigkeit und Bedeutung bevorzugter Abschnitt des gesammten Circulationssystems, wie etwa das Rückengefäss der Insecten und Ringelwürmer sich darstellte, sondern als ein Organ, welches schon von vornherein eine selbständigere Rolle spielt. Eine sehr verbreitete Erscheinung ist die Communication der Hohlräume des Gefässsystemes mit dem umgebenden Medium, dem Wasser, woraus eine auf mannichfaltige Weise stattfindende Beimischung von Wasser zum Blute resultirt, die selbst bei den höheren Molluskenclassen noch vorhanden, das ganze System als ein wenig vollkommenes erscheinen lässt.

Die einfachsten Verhältnisse bieten uns die Bryozoen, denen sowohl Blutgefässe als ein Herz abgehen, so dass die ganze den in der Leibeshöhle flottirenden Darm umspülende Flüssigkeit als gleichbedeutend mit einem ernährenden Fluidum oder mit Blut angesehen werden kann. Der Umlauf dieses Fluidums wird durch gewisse Actionen des Thieres, durch Einziehen und Ausstrecken der Tentakel und des Vordertheils des Körpers leicht zu Stande gebracht, auf ganz ähnliche Weise wie bei gefässlosen Würmern der Kreislauf vermittelt wird.

Unter den Tunicaten ist schon in dem beständigen Vorkommen eines Herzens ein bedeutender Fortschritt in der Organentfaltung geschehen. Wir treffen das Herz als rundlichen oder länglichen Schlauch, in der Regel von einem dünnwandigen Pericardium umgeben, zwischen den Eingeweiden und der Kieme angebracht. So nimmt es bei den Appendicularien das frei in der Leibeshöhle circulirende Blut auf und gibt es wieder ab, ohne mit Gefässen in Verbindung zu stehen, so dass die Blutbewegung eine im Ganzen wenig regelmässige ist. Das langgestreckte Herz der Ascidien liegt in der Nähe der Verdauungs- und Geschlechtsorgane und biegt sich an beiden Enden in je ein Gefäss um, von welchen das eine sich in ein das Kiemengerüste durchsetzendes, netzförmiges Lacunensystem verlängert. Es gehen die Gefässwände einfach in die Wandungen der betreffenden Körpertheile über, ohne fernerhin gesonderte Membranen darzustellen. Aus diesem Maschenwerke von Hohlräumen sammelt sich auf der Dorsalseite des Kiemensackes ein grösserer Canal, der mit weiteren Bluträumen der Leibeshöhle in offener Verbindung steht. Aus diesen entspringen auch reiche, oft zierlich angeordnete Lacunennetze, welche den Mantel der Thiere durchziehen, und die dann, wie jene der Leibeshöhle, wiederum mit dem andern Ende des Herzens verbunden sind. — Bei den Salpen ist die Einrichtung eine ähnliche. Der kurze, dünnwandige, meist durch Einschnürungen abgetheilte Herzschlauch (Fig. 91. *c*) liegt an dem Ventralansatze des Kiemenbalkens (*br*) und steht auf der einen Seite mit einem grossen an der Bauchseite verlaufenden Gefässcanale (*v*) in Verbindung, sowie er an dem andern Ende sich gleichfalls in einen Gefässcanal fortsetzt; der letztere geht bei den

Fig. 91.



mit einem sogenannten Nucleus (*vi*) versehenen Formen in ein diesen durchziehendes Hohlmaschensystem über, bei den übrigen Salpen theilt er sich in mehrere Zweige, die nach dem Rücken verlaufen, um dort in einen Längscanal überzugehen. Dieses Rückengefäss (*v'*) steht durch eine Anzahl von Quercanälen (*v''*), die wiederum vielfach unter einander anastomosiren, mit dem Bauchstamme in Verbindung. Zwischen dem vorderen Theile des Rückengefässes und dem hinteren aus dem Herzen hervorkommenden Gefässe besteht noch eine directe Communication, die durch mehrere die Kieme durchziehende und dort sich verzweigende Gefässe hergestellt wird. —

Allen Tunicaten eigenthümlich ist die wechselnde Richtung des vom Herzen in Bewegung gesetzten Blutstromes, der bald nach der einen, bald nach der andern Seite hin bewegt wird, so dass also von einem arteriellen oder venösen Abschnitte der Blutbahn nicht wohl die Rede sein kann. Wenn das Herz eine Reihe von Pulsationen nach der einen Richtung hin vollführt hat, so tritt plötzlich ein Moment des Stillstandes ein und es beginnen die peristaltischen Bewegungen des Herzschlauches nach der entgegengesetzten Richtung hin. Es ist auch diese Erscheinung auf Rechnung einer unvollkommenen Ausbildung des Circulationsapparates zu setzen, und wie complicirt auch die Maschenräume in den Kiemen und im Mantel der Tunicaten erscheinen mögen, wie reich auch ihre Netze sind, so sind sie doch grossentheils nur als Höhlungen der Körpersubstanz und nicht als discrete Gefässe zu betrachten.

Ueber die Einrichtung der Kreislaufsorgane bei den Brachiopoden sind nur wenig übereinstimmende Untersuchungen vorhanden, aus denen nur soviel hervorgeht, dass hier ein dem Rücken des Magens angeheftetes rundliches Herz besteht, welches eine Anzahl von Gefässcanälen aussendet. Diese begeben sich theilweise in sinusartige Hohlräume des Mantels und in die beiden Arme, aus denen das Blut wiederum in lacunärer Bahn zu einem um den Oesophagus gelegenen Behälter tritt, um von da wieder in das Herz aufgenommen zu werden*).

Fig. 91. Circulationssystem von *Salpa maxima*. *a*. Eingangsöffnung. *b*. Auswurfsöffnung. *br*. Kiemenbalken. *br'* Ansatz der Kieme an der oberen Körperwand. *vi*. Eingeweideknäuel (*Nucleus*). *c*. Herz. *v*. Bauchgefässstamm. *v'* Rückengefässstamm. *v''* Verbindende Quergefässstämme. (Die feineren Verästelungen der Gefässe sind nicht angegeben.) (Nach Milne-Edwards.)

*) Nach Owen's Untersuchungen sollte auf jeder Seite des Körpers ein Herzventrikel vorkommen, mit dem ein Vorhof in Verbindung stände. Jede der Herzkammern sendet Arterien zu den Eingeweiden, der Musculatur und dem Mantel, wo

In der Einrichtung der Blutbahn bildet die Classe der Brachiopoden den natürlichen Uebergang zu den übrigen höheren Mollusken. Bei diesen ist die lacunäre Circulation in der Regel die vorherrschende, und es gibt sich zugleich hier die Ausbildung eines wirklichen Gefässsystems aus den Räumen zwischen Organen und Geweben in allmählicher Weise zu erkennen. Es ist zuerst immer nur der arterielle Abschnitt der Bahn, der diese höhere Bildungsstufe aufweist, dann folgt der venöse, und zuletzt wird der intermediäre Abschnitt in ein Capillarsystem umgebildet. — In der Anordnung der grösseren Gefässe, wie in dem Verhalten des Herzens zu den Athemwerkzeugen, zeigen Lamellibranchiaten, Cephalophoren und Cephalopoden einen und denselben, die innige Verwandtschaft dieser Molluskenclassen beurkundenden Plan. Das Herz ist in allen Fällen ein Arterienherz, welches bald von einem, bald von zwei Vorhöfen sein Blut empfängt und dieses der Hauptmasse nach in einen, dem Vordertheile des Körpers zulaufenden, grösseren Arterienstamm, eine Aorta, entsendet. Ein kleinerer, vorzüglich für die hinteren Körpertheile (besonders die Eingeweide) bestimmter Arterienstamm entspringt entweder direct aus dem Herzen als hintere Aorta (*aorta posterior*) bei den Lamellibranchiaten und Cephalopoden, oder er zweigt sich von der Hauptaorta ab (Cephalophoren), eine *arteria posterior* darstellend. Diese beiden Gefässstämme bilden in der Regel mehrfache Verästelungen zu den vorzüglichsten, die Eingeweidehöhle einnehmenden Organen, und gehen dann in ein Lacunensystem über, von welchem die Leibeshöhle einen Abschnitt vorzustellen pflegt (Lamellibranchiaten und Cephalophoren), oder sie gehen nach Bildung eines capillaren Gefässsystemes in venenartige Räume oder wirkliche Venen über (Cephalopoden). In allen drei Molluskenclassen wird das Blut aus den Venenräumen den Athemorganen zugeleitet und gelangt erst von hier aus wieder zum Herzen, und zwar auf dem möglichst kürzesten Wege, wie denn auch die Lage des Herzens immer in der Nähe der Athemwerkzeuge zu finden ist.

Bezüglich der speciellen Verhältnisse zeigen die Lamellibranchiaten ein in der Medianlinie des Körpers dicht unter dem Rücken gelegenes Herz, welches von einem Pericardium umhüllt wird und von zwei seitlichen Vorhöfen das Blut empfängt, während vorne und hinten die oben erwähnten arteriellen Gefässstämme aus ihm entspringen. Bemer-

---

sie sich in Hohlräume auflösen, um sich auf dem Rücken in einen grossen Venensinus zu vereinigen. Der letztere steht mit den trichterförmigen Vorhöfen in Verbindung. Die ersten Zweifel an dieser Darstellung wurden von Huxley erregt, der die fraglichen Herzen sich nach aussen öffnen sah und keine Verbindung mit arteriellen Gefässen auffinden konnte. (*Proceed. of the Royal Society. London* 1854. *T. VII. p.* 106.) Neuere Beobachtungen, die eine Uebereinstimmung mit den bei den anderen Muschelthieren sich treffenden Verhältnissen herstellen, sind von Hancock (*Proceed. of the Royal Soc. Lond* 1857. *T. VIII. p* 467). Wir sind dieser Darstellung oben gefolgt.

kenswerth ist die Duplicität des Herzens bei der Gattung *Arca*. Es wird durch zwei, vollständig von einander getrennte Kammern, jede mit einem Vorhofe versehen, dargestellt, und aus jeder Kammer geht eine Aorta hervor, die sich jedoch vor einer ferneren Verzweigung mit jener der anderen Seite vereinigt, so dass also dennoch ein einheitlicher Arterien-Hauptstamm entsteht. Dasselbe gilt auch von dem hinteren Arterienstamme. Eigenthümlich für eine grosse Anzahl der Muschelthiere sind die Beziehungen des Herzens zum Rectum, indem letzteres den Herzschlauch, sowie das Pericardium durchbohrt*).

Von den beiden vom Herzen abgehenden Arterienstämmen verläuft der vordere gerade aus bis in die Gegend des Mundes, um hier, in verschiedenem Grade verzweigt, sich in weite Bluträume zu öffnen. Auch der hintere Arterienstamm, dessen Längenentwicklung von der Ausbildung der hinteren Manteltheile abhängig ist, und der besonders dann eine beträchtlichere Länge besitzt, wenn der Mantel Athemröhren darstellt, geht schliesslich in Bluträume oder Lacunen über. Es verzweigen sich diese der besonderen Wandungen entbehrenden Bluträume nicht allein im Mantel, sondern finden sich auch zwischen den Eingeweiden als Lücken vor, die von den verschiedenen Organen begrenzt werden. Je nach der Weite dieser Räume sind grössere oder kleinere Blutbehälter unterscheidbar, welche sowohl ein Capillar-, als ein Venensystem vertreten, ohne aber geradezu für ein solches erklärt werden zu dürfen, da der Nachweis besonderer Wandungen bis jetzt noch nicht geliefert worden ist. In regelmässigem Vorkommen bestehen solche grössere Sinusse an der Basis der Kiemen, und ein mittlerer unpaarer, in welchem vorzüglich die Venenräume des Fusses einmünden, dehnt sich der Länge nach zwischen den beiden Schliessmuskeln aus. Alle diese Bluträume stehen unter sich im Zusammenhange und bilden ein in den verschiedenen Theilen verschieden weites Maschenwerk von Höhlungen zwischen den Organen. Die beiden seitlichen communiciren auch noch mit einem anderen Organe, welches wir als Bojanussches Organ bei den Absonderungsorganen kennen lernen werden. Verfolgen wir den Weg, welchen das aus den Arterien in die Lacunen ergossene Blut zurücklegt, so treffen wir einen Theil davon zum Mantel tretend, einen andern in den Eingeweidesack sich ergiessend und so alle Lacunenräume füllend. Aus diesen strömt ein Theil des Blutes in die Kiemensinusse und von hier aus entweder direct in die Kiemen, oder es gelangt erst auf Umwegen durch die Bojanussche Drüse zu den Athmungsorganen, und dieser letztere Weg ist derjenige, welchen die Hauptmasse des Blutes passirt. Da aber zwischen den Blutbehältern an der Kiemenbasis und den Vor-

*) Davon bilden eine Ausnahme die Bohrmuscheln, dann die Anomien und Austern, indess die den ersteren verwandten Pholaden den Durchtritt des Rectums aufweisen. Diese Ausnahmsfälle verbinden sich mit einer differenten Lagerung des Herzens.

höfen des Herzens auch noch eine directe Communication besteht, so wird ein, wenn auch kleiner Theil des Blutes, ohne in die Kiemen gelangt zu sein, zum Herzen zurückkehren. Hiezu kommt noch das Blut aus dem Mantel, welches gleichfalls direct in die Vorhöfe eintritt, jedoch wegen der gleichfalls respiratorischen Function der Mantellamellen nicht absolut als Venenblut betrachtet werden kann. In die Vorhöfe wird auch alles Blut aufgenommen, welches die Kiemen durchströmt hat, und so kommt denn die ganze Blutmasse auf verschiedenen Wegen wieder zur Herzkammer zurück.

Bemerkenswerth ist das Verhältniss des Kreislaufs zu den Bojanusschen Drüsen. Es sind diese Absonderungsorgane dem in die Kiemen tretenden, somit venösen Blute in den Weg gelegt, so dass durch sie eine Art Pfortaderkreislauf sich einleitet, was um so wichtiger ist, als wir in höheren Abtheilungen der Mollusken, namentlich bei Cephalopoden, ganz homologe Einrichtungen antreffen*). — Eine Zumischung von Wasser zum Blute ist bei den Lamellibranchiaten in sehr ausgeprägter Weise vorhanden und wird vorzüglich dadurch vermittelt, dass die von Bluträumen durchzogene Bojanussche Drüse mit dem umgebenden Medium durch besondere Oeffnungen, ihre Ausführgänge, communicirt und somit der Wasserzuleitung vorsteht. Andere Oeffnungen finden sich am Fusse der Blattkiemer in einfacher oder mehrfacher Zahl. —

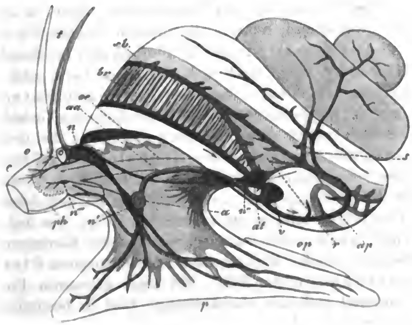
Bei den Cephalophoren wird das einfache, von einem Pericardium umschlossene Herz aus einer rundlichen oder birnförmigen Kammer (Fig. 92. *v.*) und verschieden geformten Vorkammer (Fig. 92. *at.*) zusammengesetzt, wovon letztere in vielen Abranchiaten nur wenig entwickelt ist, ja sogar nur durch Muskelfäden, die an den Rand des venösen Osticum der Kammer sich befestigen, repräsentirt sein kann (*Phyllirhoë*). Es liegt das Herz am Rücken des Thieres und wird nur durch die Entwicklung des Eingeweidesacks bei den meisten Schnecken zur Seite gedrängt, findet sich aber immer in benachbarter Lage zu den Athemorganen, gegen welche seine Vorkammer gerichtet ist. Je ausgebildeter die Athemorgane sind, um so entwickelter ist auch die Vorkammer, die aber immer durch ihre Dünnwandigkeit von der Kammer sich

---

*) Ueber den Circulationsapparat der Lamellibranchiaten ist von neueren Arbeiten vorzüglich Langer, das Gefässsystem der Teichmuschel, I. und II. Abtheilung, aus den Denkschriften der Wiener Academie 1855 und 56, zu vergleichen. Nach Langer besteht bei *Anodonta* ein vollständig geschlossenes Gefässsystem, mit Venen und Capillaren, die durch Injectionen dargestellt wurden, es ist auch zugleich für diese Gefässe die Darstellung besonderer Wandungen versucht, und dadurch anscheinend der Beweis für die Gefässnatur geliefert, da jedoch das Hauptgewicht auf die Injectionen gelegt, und von den Wandungen nicht gesagt ist, in wiefern sie von den umgebenden Geweben sich unterscheiden oder damit zusammenfallen, so müssen wir vorläufig noch an dem theilweis lacunären Blutkreislaufe dieser Thiere festhalten.

unterscheidet. Bei manchen Gasteropoden wird das Herz vom Enddarme durchbohrt, wie bei *Turbo*, *Nerita*, *Neritina*. Diese reihen sich hierin mit *Haliotis*, *Fissurella*, *Emarginula* an die Blattkiemer an und bei den letzteren Gattungen ist die Uebereinstimmung mit den Lamellibranchiaten vorzüglich durch die doppelte Vorkammer bemerkenswerth *). Das Gleiche gilt auch für die Chitonen. Von der Kammer entspringt eine Hauptarterie (Aorta), die bei vielen Abranchiaten und Gymnobranchiaten in zwei kurze Aeste sich spaltet und dann in die als Blutraum erscheinende Körperhöhle sich öffnet, indess sie bei den übrigen Gasteropoden, wie bei Pteropoden und Heteropoden, eine nach rückwärts verlaufende Eingeweidearterie abgibt, während der Stamm sich als vordere Aorta, *Arteria cephalica* (Fig. 92. *a. a.*), fortsetzt. Die letztere verläuft gerade zum Vordertheile des Körpers

Fig. 92.



und sendet meist einen starken Ast zum Fusse, der nicht selten (wie z. B. bei *Paludina*) als Fortsetzung des Hauptstammes erscheint, ausserdem gibt sie auf ihrem Wege häufig noch Aeste ab, welche zum Magen,

Fig. 92. Organisation von *Paludina vivipara*. *c*. Kopf. *t*. Tentakeln. *p*. Fuss. *op*. Operculum. *o*. Auge. *a*. Gehörorgan. *n*. Gehirn. *n'*. Unteres Schlundganglion *n''*. Kiemenganglion. *n'''*. Buccalganglion. *ph*. Pharynx. *oe*. Speiseröhre. *br*. Kiemen. *r*. Niere. *s*. Venöser Sinus. *s. v*. Venöser Sinus an der Kiemenbasis. *f*. Kiemenarterie. *at*. Vorhof des Herzens. *v*. Herzkammer. *ap*. Hintere Aorta (Eingeweidearterie). *aa*. Vordere Aorta. (Nach Leydig).

*) Nach den Untersuchungen von Lacaze-Duthiers über *Dentalium* scheint diesem Gasteropoden ein eigentliches Herz abzugehen, doch dürfte der als Perianalsinus aufgeführte Abschnitt des Gefässsystemes dem vom Rectum durchbohrten Herzen anderer Mollusken als homolog zu erachten sein.

den Speicheldrüsen u. s. w. treten. Sie endet entweder einfach oder unter wiederholten Verzweigungen in der Nähe des Pharynx. Bei sehr entwickeltem Kopfe tritt sie noch durch den Schlundring; so bei den Heteropoden, bei denen zugleich eine beträchtlich grosse Fussarterie abgegeben wird. Einen grössern Verbreitungsbezirk hat sie bei den Pteropoden, bei welchen sie sich im Kopfe in zwei grosse Endäste spaltet und diese in reichlicher Verzweigung in die Flossen eintreten lässt*). Die der hinteren Arterie der Lamellibranchiaten entsprechende Eingeweidearterie zeigt bei den Pteropoden und niederen Gasteropoden nur geringe Verästelungen und löst sich dann, wie die Kopfarterie, in grössere Bluträume auf. Sehr entwickelt und vielfach an die Eingeweide sich verästelnd ist sie bei den Ctenobranchiaten und Pulmonaten**).

Die Bluträume zeigen ein ähnliches Verhalten, wie bei den Lamellibranchiaten, und bilden sich zu weiteren oder engeren Canälen aus, welche theils zwischen den Eingeweiden, theils in dem Hautmuskelschlauche verlaufend, mit der allgemeinen Leibeshöhle in Verbindung stehen, so dass diese als ein grosser Blutbehälter erscheint.

Die rückführenden Wege sind nach der Zahl, Form und Lagerung der Athmungsorgane verschieden. Bei manchen Abranchiaten sammelt sich das Blut aus der Körperhöhle einfach in der Nähe des Vorhofs, um von hier aus vom Herzen wieder aufgenommen zu werden. Bei den übrigen, mit distincten Athemorganen versehenen Cephalophoren bestehen bestimmte Canäle oder sogar mit besonderen Wandungen versehene Gefässe, welche das Blut aus den venösen Bahnen zu den Athemorganen hinführen. Von diesen tritt es im einfachsten Falle, wie bei manchen Gymnobranchiaten, ohne Dazwischentreten von Kiemenvenen, zum Vorhofe des Herzens über. Dies ist auch bei den meisten Pteropoden und allen Heteropoden der Fall. Mit einer grösseren Entwicklung der Kiemen sammelt sich das rückkehrende Blut in besondere Venenstämme, welche einzeln oder vereinigt in den Vorhof münden.

Einige Modificationen erscheinen sowohl bei Gymnobranchia-

*) Von den zahlreichen Modificationen, welche das Verhalten der Arterien bei den Gasteropoden darbieten, ist vorzüglich jenes der Aorta bei den Patellen anzuführen. Sie öffnet sich hier sehr frühe in einen Blutraum, der sich weit nach hinten erstreckt, und von den Bluträumen der Visceralhöhle abgegränzt ist. — Auch bei *Haliotis* geht die Aorta in einen weiten, anfänglich noch besondere Wandungen besitzenden Kopfsinus über, von dem ein weiter Blutcanal in den Fuss führt. Diese Thatsachen bieten Belege für das allmähliche Uebergehen der Gefässe in Lacunen, so dass ersichtlich ist, wie schwer zwischen beiden Formen von Blutbahnen unterschieden werden kann. Auf der anderen Seite ist aber auch die plötzliche Endigung von Arterien unzweifelhaft, und kann bei Pteropoden und Heteropoden deutlich nachgewiesen werden.

**) Unter den nackten Lungenschnecken ist besonders bei *Arion* der Verlauf und die reiche Verästelung der Eingeweidearterie durch Kalkeinlagerungen in ihren Wänden leicht sich zur Anschauung zu bringen.

ten als auch bei den Lungenschnecken, indem hier die von den Athemorganen zum Herzen führenden Wege besonders ausgebildet sind. Bei vielen Gymnobranchiaten, wie es scheint vornehmlich bei jenen, deren Kiemen über die Körperoberfläche vertheilt sind (*Tritonia*, *Aeolidia*, *Scyllaea* u. a.), gehen von den Kiemenorganen wirkliche Gefässe ab, welche sich nach und nach in grössere Stämme vereinigen und so einen mittleren oder zwei seitliche Kiemenvenenstämme herstellen, die sich mit dem Vorhofe des Herzens verbinden. Je nach der Vertheilung der Kiemen über eine grössere Körperoberfläche ist dies rückführende Kiemengefässsystem in verschiedenem Grade entwickelt, und da, wo die Kiemen eine beschränkte Stelle einnehmen, ist es wegen der unmittelbaren Anlagerung des Vorhofs gänzlich reducirt (*Doris*, *Polycera*) *). — Was die Lungenschnecken betrifft, so findet sich insofern eine weitere Complication als die in die Athemhöhlenwand tretenden Bluträume, also schon das den Athemorganen zuführende System der Bluträume eine Differenzirung in gefässartige Canäle aufweist. Die aus den Bluträumen des Körpers in die Wand der Athemhöhle (Lunge) führenden Canäle lösen sich hier in ein reiches Gefässnetz auf, aus welchem mehrere grössere, bestimmter abgegrenzte Stämme hervorkommen und sich zu einer in den Vorhof tretenden Lungenvene vereinigen. Man kann sich das Netz der Lungengefässe auch als einen grossen, in der Lungenwand ausgedehnten Blutsinus vorstellen, der von Stelle zu Stelle von Substanzinseln unterbrochen wird **).

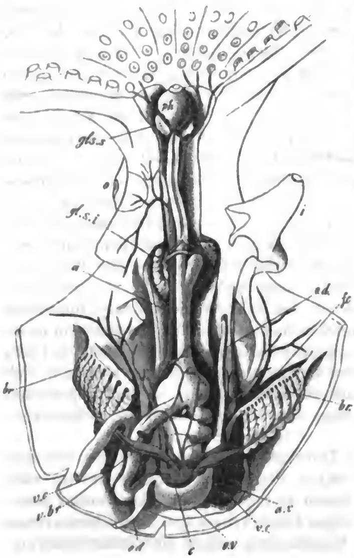
Das Herz der Cephalopoden wird durch eine rundliche oder quer ovale Kammer gebildet (Fig. 93. *c.*, Fig. 99. *c.*), welche ebenso viele Kiemenvenen aufnimmt, als Kiemen vorhanden sind. Bei *Nautilus* münden demnach vier, bei den übrigen Cephalopoden zwei Kiemenvenen in die Herzkammer. Vor der Einmündung zeigen die Kiemenvenen zumeist eine beträchtliche Erweiterung (Fig. 93. *v. br.* Fig. 99 *v.*), die als Analogon einer Vorkammer gedeutet werden muss, wenn auch bezüglich ihres physiologischen Werthes noch keine bestimmten Angaben existiren. Vom Herzen entspringen regelmässig zwei Arterienstämme: ein stärkerer, gerade nach vorne verlaufend, die *Arteria cephalica* oder *Aorta cephalica* darstellend (Fig. 93. *a.*, Fig. 99. *a.*) und entfernter davon ein meist nach hinten gerichteter kleinerer Stamm, die *Aorta* oder *Arteria abdominalis* (vergl. Fig. 99. *a'.*) ***). Aus dieser allgemeinen Anord-

*) Bei *Doris* wurden von Hancock und Embleton besondere aus der Leber zu den Kiemen führende Venen beschrieben.

**) Ueber die Circulationsverhältnisse der Gasteropoden vergleiche man die wichtige Arbeit von Milne-Edwards, *Observations sur la circulation*. *Ann. des sc. nat.* 3. *Sér. Tome III.* 1845.

***) Die Lage dieser Arterie ist verschieden, je nachdem das Herz weiter hinten im Eingeweidesacke oder mehr nach vorne zu gelagert ist. Im ersteren Falle (z. B. bei *Octopus*, Fig. 93) geht diese Eingeweidearterie unter sofortiger Vertheilung an differente Organe nach oben vom Herzen ab, im andern Falle dagegen (z. B. bei *Sepia*, Fig. 99) tritt sie, der vorderen Aorta diametral, gegenüber nach hinten.

Fig. 93.



nung der Circulationsorgane leuchtet der einheitliche Plan mit jenen der Lamellibranchiaten und Cephalophoren klar hervor, und es besteht namentlich zu jenen Mollusken ein engerer Anschluss, welche durch die Duplicität der Vorkammern ausgezeichnet sind.

Die *Aorta cephalica* gibt vor Allem starke Aeste an den Mantel, einige Aeste an den *Tractus intestinalis*, sowie an den Trichter; im Kopfe angekommen, entsendet sie die Augenarterien, versorgt die Mundtheile und spaltet sich in ebenso viele grössere Aeste, als Arme vorhanden sind. Die Armarterien gehen bei einigen Cephalopoden aus einem um den Anfangstheil der Speiseröhre gebildeten Ringgefässe hervor. Die *Aorta abdominalis* vertheilt sich sehr bald in mehrere, für die untere Abtheilung des Darmrohrs bestimmte Aeste und versorgt auch die Geschlechtswerkzeuge. Der Uebergang der letzten Arterienverzweigungen in Venen wird durch ein überall reichlich entwickeltes Capillarsystem hergestellt. Die Capillarnetze durchziehen alle Organe und sind selbst auf solchen nachgewiesen, welche in venöse Bluträume eingebettet sind. Die aus den Capillaren hervorgehenden Venenwurzeln sammeln sich in grössere Stämme, welche bald als wirkliche Venen erscheinen, bald in mächtige Räume ausgedehnt sind und so den Uebergang zu blossen Lacunen bilden. Bezüglich der specielleren Verhältnisse des Venensystems ist die Vereinigung der Armvenen in einen im Kopfe gelegenen Ringsinus anzuführen; dieser nimmt auch benachbarte kleinere Venenstämme auf und

Fig. 93. Anatomie von **Octopus**. Mantelhöhle und Eingeweidesack von der Bauchseite geöffnet. *ph.* Schlundkopf. *gls. s.* Obere Speicheldrüsen. *gl. s. i.* Untere Speicheldrüsen. *o.* Auge. *i.* Trichter. *br.* Kiemen. *ov.* Ovarium. *od.* Eileiter. — *c.* Herz. *v. br.* Kiemenvenen. *a.* Aorta. *vc.* Hohlvenen. *a. v.* Venenanhänge (nach Milne-Edwards).

sendet einen grossen Blutcanal, die *Vena cephalica*, auch als grosse Hohlvene bezeichnet (Fig. 99. *v. c.*), abwärts in die Gegend der Kiemen. Hier theilt er sich bald (bei den Dibranchiaten) gabelförmig in zwei, bald (bei den Tetrabranchiaten) in vier Venenstämme, die als Kiemenarterien erscheinen (Fig. 99. *vc'*.) und nach Aufnahme einiger anderer, vom Mantel und den Eingeweiden kommender Venen (*vc"*.) sich seitlich zur Kiemenbasis begeben. Bei den meisten Cephalopoden bildet sich an den Kiemenarterien, durch Hinzukommen eines Muskelbeleges, ein contractiler Abschnitt, welcher als Kiemenherz (Fig. 99. *vc.*) bezeichnet wird und durch rasche Pulsationen als Hülfsorgan des Blutkreislaufs sich bemerklich macht*). Vor diesem, den vierkiemigen Cephalopoden fehlenden Kiemenherzen, sind an der Kiemenarterie noch besondere Anhangsgebilde angebracht (Fig. 93. *av.*, Fig. 99. *re.*), welche als Ausstülpungen der Kiemenarterie erscheinen und von dem in die Kiemen tretenden venösen Blute in gleicher Weise bespült werden, wie die Bojanischen Drüsen der Muschelthiere. Bei den Excretionsorganen wird von diesen Gebilden noch weiter die Rede sein.

Wenn man auch in den erwähnten venösen Blutbehältern ein mit geschlossenen Wandungen versehenes Venensystem erkennen möchte, so fehlen doch auch wirkliche Blutlacunen nicht. Sie zeigen sogar eine grosse Verbreitung, ganz ähnlich wie bei den übrigen, früher betrachteten Molluskenclassen. Einen grossen Blutraum stellt die Leibeshöhle vor, und die sämmtlichen in ihr liegenden Organe werden vom Venenblut gebadet. In diesen Blutraum münden verschiedene Venen ein, und er steht ausserdem durch zwei Canäle mit der grossen Hohlvene (*Vena cephalica*) in Verbindung. Einige seitlich von diesem Venensinus gelagerten Hohlräume (die sogenannten Seitenzellen), welche von aussen her sich mit Wasser füllen können, sollen nach der Angabe von Milne-Edwards mit dem Blutraum der Körperhöhle gleichfalls in Verbindung stehen, wodurch die Uebereinstimmung mit dem Gefässsysteme der übrigen Mollusken noch deutlicher hervortretend wäre**).

Die Blutflüssigkeit der Mollusken ist in der Regel farblos, wie bei sämmtlichen Bryozoen und Tunicaten; auch noch bei den Lamellibranchiaten und Cephalophoren ist dies zum grössten Theile der Fall, wie schon aus der Verbindung der blutführenden Räume

*) Die musculöse Natur der Wandung dieser Kiemenherzen wurde von Milne-Edwards erwähnt, von v. Hessling histiologisch nachgewiesen. (Beiträge zur Lehre von der Harnabsonderung, Jena 1851.) Die energischen Pulsationen dieser Organe sind an lebenden Thieren sehr leicht zu beobachten.

**) Diesen Angaben wird von anderer Seite her widersprochen, so von H. Müller, Zeitschr. für wissensch. Zoologie, Bd. IV, p. 340. —

Die Kreislaufsorgane der Cephalopoden, namentlich auch des venösen Abschnittes derselben sind ausführlich von Milne-Edwards beschrieben. *Ann. des sc. nat. 3 Sér. Tome III.* Auch in der *Voyage en Sicile* von Milne-Edwards, Quatrefages und Blanchard. *Tome I.*, wo besonders das System der Venen und der grossen Blutbehälter genau dargestellt wurde.

mit dem umgebenden Medium und der beständigen Mischung des Blutes mit Wasser ersichtlich ist. Nur einige Gasteropoden (*Planorbis*) besitzen eine rothe Blutflüssigkeit. Bei den übrigen Gasteropoden und den meisten Cephalopoden zeigt sie einen bläulichen, opalisirenden Schimmer. Es gibt auch Cephalopoden, deren Blut ins Violette oder Grüne spielt. An dieser Färbung der Blutflüssigkeit betheiligen sich niemals die zelligen Elemente derselben. Diese sind äusserst spärlich bei den Bryozoen und den meisten Tunicaten, dagegen reichlicher bei den Salpen vorhanden und erscheinen hier als rundliche, feine Molekel einschliessende Elemente. Bei den Lamellibranchiaten und vielen Gasteropoden sind sie nicht selten uneben, in zackige Fortsätze ausgezogen, welche das Resultat activer Formveränderungen der Blutzellen sind.

c) Von den Athmungsorganen.

Die Respiration der Mollusken findet mit wenigen Ausnahmen im Wasser statt und wird in der Mehrzahl der Fälle durch besondere Organe, nämlich durch Kiemen, vermittelt. Zur Vollziehung der Athemfunction tragen aber noch andere Einrichtungen bei, und in vielen Fällen wird es schwer, zu entscheiden, welche von diesen die erste Rolle spielt. Als die am meisten verbreitete, die Athmung vermittelnde oder doch unterstützende Erscheinung, die neben besonderen Athmungsorganen besteht, ist die Aufnahme von Wasser in die Leibeshöhle und die Zumischung derselben zur Blutflüssigkeit zu betrachten.

Die vorzüglich durch Delle Chiaje eingeführte Annahme, dass der Körper der höheren Mollusken von einem besonderen, vom Blutgefässsysteme verschiedenen, Canalsysteme durchzogen werde, ist durch die neuere Zeit ebenso widerlegt worden, als namentlich durch Van Beneden's Untersuchungen angeregt, festgestellt werden konnte, dass eine wirkliche Aufnahme von Wasser und eine Beimischung desselben zum Blute bei fast sämmtlichen Mollusken stattfindet. Wenn auch die Hauptbedeutung dieses Verhältnisses in der Vermittelung eines inneren Athmungsactes besteht, so ist doch sicher auch noch eine andere Function, nämlich die durch das aufgenommene Wasser entstehende Schwellung des Körpers oder einzelner Organe dabei zu berücksichtigen. Hierdurch schliesst sich die Wasseraufnahme bei den Mollusken in ihrem physiologischen Werthe enge an das wasserführende Ambulacralsystem der Echinodermen an. Sie wirkt somit, die Bewegungsorgane (den Fuss) vieler Mollusken schwellend, gleichfalls locomotorisch, wofür die Lamellibranchiaten*) die deutlichsten Beispiele abgeben. Die Func-

*) Es bestehen hier auch besondere Schliessvorrichtungen, welche das von Flüssigkeit geschwellte Organ gegen die übrigen Bluträume absperren. Einen solchen Klappenapparat hat Langer bei *Anodonta* zwischen den Venenräumen des Fusses und dem Längssinus erkannt.

tion der Ortsbewegung verbindet sich also auch hier mit der Athmung. beide durch die Wasseraufnahme vermittelt.

Wenn wir diese Erscheinung in ihren einzelnen, hauptsächlich durch die Verschiedenartigkeit der dabei thätigen Organe bedingten Modificationen in der Reihe der Mollusken betrachten, so treffen wir, wie auch sonst, bei den Bryozoen die einfachsten Verhältnisse. Eine unterhalb des Tentakelkranzes angebrachte Spalte vermittelt die Communication der Leibeshöhle mit dem umgebenden Medium, dieselbe Oeffnung, welche auch zur Ausleitung der Geschlechtsproducte dient. — Unter den Tunicaten sind die Verhältnisse der Wasseraufnahme noch wenig bekannt, und ebenso bei den Brachiopoden*). Dagegen findet eine solche unzweifelhaft bei den Lamellibranchiaten statt, und es füllt sich die Leibeshöhle beim Ausstrecken des Thieres zum grossen Theile mit Wasser an, welches sammt einem Theile der zugemischten Blutflüssigkeit wiederum entleert wird, sobald ein Einziehen der Organe des Thieres erfolgt. Es existiren bei diesen Thieren besondere Communicationen der Leibeshöhle mit der Aussenwelt, auf welche zum Theile schon bei der Betrachtung des Circulationssystemes aufmerksam gemacht wurde. Erstlich trifft man Oeffnungen am Fusse, die sogar eine beträchtliche Grösse erreichen können, und über welche bei den *Najaden*, bei *Cyclas*, *Cardium*, *Mactra*, *Solen* specielle Beobachtungen vorliegen. Die Oeffnungen sind entweder in einfacher Zahl vorhanden und können dann sogar eine beträchtliche Grösse erreichen (z. B. bei *Mactra*), oder es sind deren mehrere kleinere, welche siebförmig das Ende des Fusses durchbohren (z. B. bei *Cyclas*). Zweitens bestehen Communicationen der Bojanusschen Drüse sowohl mit Blutbehältern, als auch mit dem umgebenden Medium, so dass auch dieses Organ der Ein- und Ausfuhr von Wasser vorstehen kann. — Beiderlei Oeffnungen sind auch bei Cephalophoren beobachtet, die im Fusse jedoch nur bei einer Gattung (*Pyrula*), indess die Communication durch das der Bojanusschen Drüse analoge Excretionsorgan (die Niere) in allen Abtheilungen der Cephalophoren erwiesen ist. Besonders die Verbindung dieses Organes mit dem venöses Blut führenden Pericardialsinus ist als eine durchgreifende Einrichtung zu betrachten. Ja, in manchen Fällen scheint der excretorische Character jenes Organes verloren zu gehen, und es trägt nur noch die Bedeutung eines schlauchartigen Behälters, welcher die Zumischung von Wasser zum Blute besorgt. Bei einigen Heteropoden (*Atlanta*, *Pterotrachea*), wie auch bei Pteropoden (*Creseis*) geht dies soweit, dass selbst Schluckbewegungen der Oeffnung des Excretionsorganes in rascher Folge vorkommen. Wenn wir so bei diesen Thieren den Eintritt von Wasser durch bestimmte Oeffnungen erfolgen sehen, so ist die

*) Es ist nicht unwahrscheinlich, dass die Binnenräume der Brachiopodenarme gleichfalls von der mit dem übrigen Körper in Communication stehenden Flüssigkeit geschwellt werden.

Art und Weise der Entleerung der Leibesflüssigkeit noch nicht allgemein zur Evidenz gebracht. Dass bei Cephalophoren die Oeffnung am Fusse, wenn auch nur in einem oben erwähnten Falle, beobachtet ist, stört die etwaige Annahme, dass auch das Excretionsorgan die Ausfuhr besorge, indess diese bei den Lamellibranchiaten aller Wahrscheinlichkeit nach durch die Fussporen vermittelt wird*). Das Ausfliessen von Wasser aus dem Fusse, oft in energisch hervorgespritztem Strahle, ist bei den Blattkiemern eine leicht zu constatirende Thatsache. Wir müssen uns daher begnügen, vorläufig an dem Austritt von Wasser durch die Fussporen bei den Lamellibranchiaten und an dem Eintritt von Wasser durch das Excretionsorgan bei den Cephalophoren festzuhalten**). Diese Nebenbedeutung der Niere, als ein bei der Ein- und Ausfuhr von Wasser betheiligtes Organ, wird durch einige bei Lungenschnecken vorhandene Thatsachen unterstützt. Bei diesen Thieren (so wenigstens bei *Planorbis*, *Helix*) tritt nämlich auf eine rasche Contraction des prall mit Flüssigkeit gefüllten Fusses stets eine Quantität dieser Flüssigkeit aus der Niere hervor, so dass also hier die Ausfuhr von Flüssigkeit an die Niere gebunden ist***).

---

*) Nur Langer erklärt die Fussporen der Muschelthiere für Zerreissungen.

**) Während fast alle Forscher den im Fusse der Muschelthiere vorhandenen Poren die Bedeutung des Einlasses beilegen, so scheint mir dies durch die blosse Beobachtung des Wasseraustrittes nicht hinreichend begründet zu sein. Ich halte vielmehr die an dem Bojanusschen Organe vorkommende Communication der Bluträume des Leibes mit der Aussenwelt mit einer hier gleichfalls einschlagenden Function betraut, und es ist nicht bloss die Analogie mit den Cephalophoren, welche mich zu der Auffassung leitet, dass die Beimischung von Wasser zum Blute nicht durch die Fussporen, sondern durch das erwähnte Excretionsorgan vermittelt werde. Bei einer so wichtigen Erscheinung, wie es die Vermischung der ernährenden Flüssigkeit mit einem Theile des umgebenden Mediums ist, muss das Bestehen einer Reihe von Cautelen, durch welche der Eintritt von Fremdkörpern verhütet wird, sicherlich von Belang sein. Solche Cautelen scheinen beim Eintritte durch das Excretionsorgan und aus diesem in den Pericardialsinus viel eher gegeben, als bei der Annahme einer Zuleitung von Wasser durch die Poren des Fusses. Die vor und in dem Bojanusschen Organe befindlichen Wimperapparate sind im Stande, eine Abweisung fremder Eindringlinge zu vollziehen, sowie auch die geringe Grösse jener Oeffnungen in diesem Sinne von Belang ist. Wenn von hier aus die Bluträume des Körpers, besonders die des Fusses, nach und nach gefüllt und der Fuss selbst geschwellt ist (wie die Beobachtung lehrt, geht dies langsam von Statten), so wird bei nunmehr erfolgender plötzlicher Contraction ein Theil der im Leibe enthaltenen Flüssigkeit durch die im Fusse gelegenen Oeffnungen entleert, so dass also bei der Entleerung sich jenes Organ wesentlich betheiligt, für welches die Wasseraufnahme von grösstem Belang war. Die Lage der Oeffnungen am Fusse entspricht der Möglichkeit einer raschen Entleerung. Würden diese Oeffnungen auch das Eindringen von Wasser vermitteln, so würde bei den meist im Schlamme oder Sande lebenden Muschelthieren ein Uebertritt von Fremdkörpern unvermeidlich sein. — Sehr wichtig sind die Beobachtungen von Agassiz, Zeitschr. für wissensch. Zoologie, Bd. VII, 1856, pag. 176.

***) Dass die austretende Flüssigkeit wirklich Blut enthält, ist nicht schwer nachzuweisen. Bei *Planorbis corneus* gibt dies schon die röthliche Färbung kund, und

Bei den Cephalopoden sind gleichfalls von aussen her Wasser aufnehmende Hohlräume bekannt, jedoch spricht sich eine höhere Organisationsstufe schon dadurch aus, dass eine Communication dieser Hohlräume mit den Bahnen des Blutes nur in beschränkter Weise stattfindet und eine Wasserzufuhr nie direct in die Blutcanäle vorhanden ist. Diese besonders durch Krohn näher bekannt gewordenen wasserführenden Hohlräume liegen zu beiden Seiten im Abdomen und münden durch dickwandige Canäle jederseits am Rectum in die Mantelhöhle. Mit diesen beiden »Seitenzellen«, in welche die schwammigen Anhänge der Kiemenarterien einragen, stehen noch einige kleinere Hohlräume in Verbindung, welche die Kiemenherzen ganz oder theilweise umgeben. In diese Räume mündet auch ein Canal, der zu einer die Geschlechtsdrüse umhüllenden Kapsel führt (so bei Octopoden und Loliginen). *Nautilus* besitzt sechs Wasserräume im Abdomen, die durch drei Oeffnungen nach aussen münden. Auch im Kopfe der Cephalopoden sind ähnliche Wasserräume vorhanden, die von sehr verschiedener Zahl und Ausdehnung und gleichfalls mit nach aussen führenden Oeffnungen versehen sind*).

Die eigentlichen Athmungsorgane lassen durch die Vergleichung des ihnen zu Grunde liegenden morphologischen Planes die verwandtschaftlichen Beziehungen der einzelnen Molluskenclassen unter allen Organen am deutlichsten erkennen. Ein Theil der hier einschlagenden Verhältnisse ist schon oben bei der Skizzirung der ganzen Molluskengruppe besprochen worden, so dass hier nur die specielleren Beziehungen dieser Organe auszuführen erübrigt.

Bei den Bryozoen sind sowohl bei der Betrachtung der Sinnesorgane wie der Ernährungswerkzeuge tentakelartige, oft beträchtlich lange Fortsätze (Fig. 94. *A. br'.*) erwähnt worden, welche entweder in einfachem Kreise angeordnet oder auf einem hufeisenförmigen Lappen stehend, die Mundöffnung umgeben**). Das Innere dieser Tentakel com-

---

bei *Helix* findet man in dem entleerten Fluidum unzweifelhafte Blutzellen in reichlicher Menge. — Die Wasseraufnahme bei den Helicinen findet auf eine eigenthümliche Weise statt. Die Thiere nehmen dasselbe (Thau, Regen) stets durch den Mund ein und lassen es dann durch die Darm-, vorzüglich die Magenwandung in die Leibeshöhle transsudiren. Die Verschiedenheit dieser Einrichtung von dem bei vielen anderen Cephalophoren stattfindenden Modus muss durch das verschiedene, auch sonst andere Organisationsverhältnisse bedingende Medium erklärt werden.

*) Vergl. über die wasserführenden Hohlräume vorzüglich Krohn in Müller's Archiv 1839, pag. 356. Nach demselben Forscher communiciren auch die Seitenzellen mit jenen Cavitäten, welche den Magen und Blinddarm umgeben, und welche, wie schon oben gesagt, nach Milne-Edwards mit Venenblut gefüllt sind.

**) Die Basen der Tentakel sind nicht selten unter einander durch eine Membran verbunden, so dass der Mund im Grunde eines wirklichen Trichters liegt. Sehr deutlich ist dieses bei *Fredericella Sultana*.

municirt mit der Leibeshöhle und füllt sich von hier aus mit der ernährenden Flüssigkeit, die also, da der ganze übrige Thierleib von einem mehr oder minder starren und dichten Gehäuse umgeben ist, nur hier die Vollziehung des Gasaustausches mit dem umgebenden Medium eingehen kann. Ihre Aussenfläche ist mit Cilien umsäumt, welche den Wasserwechsel in der Umgebung besorgen. Mehr jedoch wird der letztere durch die schwingenden Bewegungen der Tentakel selbst zu Stande gebracht, indem diese, in raschem Wirbel thätig, eine beständige Wasserströmung erregen. Damit werden auch noch andere Verrichtungen versehen, denn sie führen mit dem wechselnden Wasser stets neue Nahrung dem Munde zu. Der ganze Tentakelkiemen-Apparat kann vom Thiere eingezogen und wieder hervorgestreckt werden. Die Form dieser Athemorgane leitet uns zu jener, welche bei den Tunicaten als Typus gilt, und welche besonders bei den Ascidien sich am reinsten erhalten hat. Denkt man sich nämlich die freien Tentakel eines Bryozoen durch Querverbindungen — wie solche in der That auch an der Basis vorkommen — unter einander verwachsen, so dass nur spaltartige Oeffnungen zwischen den einzelnen bestehen, und stellt man sich ferner vor, dass die allgemeine Körperhülle über dieses Gerüste bis zum vorderen Ende sich fortsetze, so erhält man eine Athemhöhle (Fig. 94. *B. br.*) genau so, wie sie bei den Ascidien existirt (vergl. Fig. 94. *A. B.*). Die Innenwände dieses Athemsackes können somit als Homologa der Tentakeln der Bryozoen betrachtet werden, wie van Beneden zuerst nachgewiesen hat. Die vordere Oeffnung des Athemsackes communicirt mit dem umgebenden Medium, welches frei die Innenwände bespült und an letzteren die Athmung vermittelt. Die Wände werden aus zahlreichen Längsstäben gebildet, welche durch regelmässig geordnete Querleisten verbunden sind und einem zierlichen Gitterwerke (vergl. Fig. 100. *s. b.*) ähnlich eine Anzahl von Spalten zwischen sich lassen, durch die das Wasser seinen Ausweg nimmt*). Es geräth in einen zwischen der

Fig. 94.

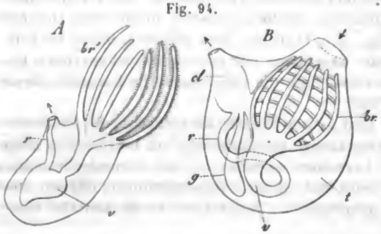


Fig. 94. Schematische Darstellung der Homologien zwischen Bryozoen *A.* und Tunicaten (Ascidien) *B. br.* Kiemensack. *br'*. Tentakel. *v.* Magen. *r.* Enddarm. *g.* Geschlechtsorgan. *cl.* Cloake. *A.* Mantel. (Nach van Beneden).

---

*) Die einfachste Form dieses Athemsackes besteht bei den den Ascidien ver-

äusseren Körperhülle (dem Mantel) und dem gegitterten Athemsacke befindlichen Hohlraum, eine Fortsetzung der Leibeshöhle, und wird von hier aus zu der allgemeinen Auswurfsöffnung übergeführt. Bei den zusammengesetzten Ascidien sind die Auswurfsöffnungen einer Anzahl von Individuen zu einer gemeinsamen Oeffnung vereinigt, so dass jede dieser Thiergruppen durch eine im Centrum gelegene von den Athemsacköffnungen rings umgebene Auswurföffnung ausgezeichnet ist. Das gesammte Gerüste des Athemsackes wird von Blutgefässen durchzogen und besitzt eine reiche Bekleidung von Wimperhaaren, welche in ähnlicher Weise thätig sind, wie jene an den Tentakeln der Bryozoen. Mit dem eindringenden Wasser gelangen zugleich Nahrungsstoffe in die Athemhöhle, wo sie von einer besonderen, nach abwärts schwingenden Wimperreihe (der sogenannten Bauchfurche) dem im Grunde des Athemsackes befindlichen Munde zugeführt werden. Zur Abwehr des Eindringens von Fremdkörpern besitzen die meisten Ascidien eine Anzahl papillenförmiger Bildungen am Eingange der Athemhöhle. Dadurch wird nicht allein eine Verengerung, sondern auch ein Verschluss jener Cavität möglich gemacht*).

Die zum Schwimmen eingerichtete cylindrische Körperform der Salpen, sowie jener kleinen Tunicatenabtheilung, welche durch die Gattung *Doliolum* repräsentirt wird, bedingt eine etwas verschiedene Anordnung der Athemorgane. In der letzteren Gattung spannt sich eine dünne, membranöse Kieme quer durch den Hohlraum des tonnenförmigen Körpers und lässt dessen vorderen Abschnitt mit dem hinteren nur durch eine Doppelreihe von Querspalten in Verbindung stehen, während bei den Salpen ein nur an zwei Stellen der Körpercavität befestigter »Kiemenbalken« vorhanden ist, welcher von unten und hinten sich nach oben und vorne begibt. (Vergl. Fig. 75. *br*. und Fig. 91. *br*.). Da zu beiden Seiten dieser Kieme ein offener Raum besteht, ist die Bildung einer Athemhöhle noch unvollständiger geworden, und es kann der ganze Körperhohlraum als Athemhöhle betrachtet werden, wobei jedoch nur

wandten Appendicularien. Seitlich zwischen der im Grunde des glattwandigen Athemsackes befindlichen Mundöffnung liegt je eine runde oder elliptische Athemspalte, die mit Wimpern umsäumt ist und in den die Eingeweidehöhle umgebenden Raum führt. Dieses einzige Spaltenpaar entspricht den Athemspalten der Ascidienlarven, bei denen dem Gitterwerk des Kiemensackes gleichfalls solche einfache Spalten vorhergehen. Die Appendicularien repräsentiren hierdurch den Larventypus der Ascidien in bleibender Form. Vergl. meine Bemerkungen über die Organisation der Appendicularien in der Zeitschr. für wissensch. Zoologie, Bd. VI, 1854.

*) Diese Fortsätze des Eingangsrandes sind in manchen Fällen verästelt, z. B. bei *Cynthia*, so dass sie mit Berücksichtigung ihres Blutgefässreichthumes als gleichfalls beim Athmungsprocesse betheiligt, gewissermassen als »accessorische Kiemen« angesehen worden sind (van Beneden). —

der vordere Abschnitt als das Aequivalent der eigentlichen Athemhöhle von *Doliolum* und den Ascidien erscheint. Mit dieser theilweisen Ablösung der Kieme von den Körperwandungen hat sich dies Organ zu einem selbständigen Gebilde entfaltet, dessen morphologische Bedeutung nur aus einer strengdurchgeführten Vergleichung zu erschauen ist. — Die Erneuerung des Wassers um die Kieme wird auch hier zunächst durch den Wimperbesatz der Kieme besorgt. Der blutgefässreiche Kiemenbalken der Salpen ist nämlich mit vielen, reihenweise stehenden oder auf Papillen gruppirten Cilien ausgestattet, welche jedoch keineswegs den einzigen Factor für den Wechsel des Wassers bilden. Denn dafür ist in noch viel grösserem Maassstabe die Ortsbewegung des Körpers thätig, welche durch energisches Einschlucken von Wasser mittelst der Eingangsöffnung (Fig. 75. *o.*, 92. *a.*) und rasches Ausstossen durch die hintere Körperöffnung (*b*) bewerkstelligt wird. Bei jedem Fortrücken des Körpers passirt somit ein Wasserstrom an der Kieme vorbei. Es ist hierbei nicht ausser Acht zu lassen, dass der durch die Ortsbewegung erzeugte Wechsel des umgebenden Wassers nicht allein dem speciellen Athemorgane, der Kieme, sondern auch der gesammten Körperoberfläche zu Gute kommt, so dass auch das in den inneren wie äusseren Mantelgefässen kreisende Blut dem Austausch der Gase in nicht geringerem Maasse zu vollziehen im Stande ist*).

Bei den Brachiopoden und Lamellibranchiaten kommt mit der Bildung des Mantels zu zwei gesonderten, äusserlich eine Kalkschale secernirenden Lamellen gleichfalls eine Athemhöhle vor. Es sind aber die als Athemorgane functionirenden Theile sehr verschiedener Natur. In den Brachiopoden scheint die Athemfunction vorzüglich von der Innenfläche des Mantels vollzogen zu werden. Jede der durch blutführende Hohlräume ausgezeichneten Mantellamellen ist bei manchen (*Lingula*) noch mit zahlreichen, die Oberfläche vergrössernden Faltenbildungen versehen. Dabei können aber auch noch die sogenannten Arme direct oder indirect bei der Athmung betheiligt betrachtet werden. Es sind dies allen Brachiopoden zukommende, seitlich am Munde gelegene lange Fortsätze des Körpers, welche von einem festen Gerüste getragen und der ganzen Länge nach von kurzen Fäden besetzt werden. Im Ruhezustande liegen sie spiralig eingerollt. Ausgestreckt öffnen sie die Schale und erzeugen durch die Bewegung ihrer Fadenanhänge einen in die Kiemenhöhle führenden Strudel, in dieser Verrichtung den Armen der Bryozoen gleichkommend. Sie sind aber auch in morphologischer

*) Wenn ein neuerer Forscher (Huxley) die Bedeutung des Kiemenbalkens der Salpen als ausschliessliches Athemorgan in Zweifel zieht, so ist dieser Ansicht um so mehr beizustimmen, wenn man weiss, dass viele dieser Thiere längere Zeit hindurch ohne Kieme zu leben im Stande sind. Es gilt dies auch von *Doliolum*, von welchem manche Formen bis jetzt stets ohne dies Athemorgan angetroffen wurden.

Hinsicht jenen Organen homolog, wie eine Vergleichung mit jenen Bryozoen ergibt, deren Tentakel auf lappenartigen Fortsätzen angebracht sind. Man darf sich hier nur die beiden Tentakelträger höher entwickelt, zu langen, spiralig einrollbaren Schläuchen umgestaltet vorstellen, um die Verhältnisse der Brachiopodenarme in überraschender Weise zu erhalten. —

In der Classe der Lamellibranchiaten ist zwar gleichfalls die Rolle des Mantels als Respirationsorgan noch nicht als völlig verschwunden anzunehmen, wenn auch hier ausgebildete Kiemen vorhanden sind, welche, als blattartige Organe zwischen dem Mantel und dem Abdomen entspringend, in die vom Mantel umschlossene Höhle einragen (Fig. 96. *A. br.*). Mit ihrem oberen, dem Rücken des Thieres zugetheilten Theile sind die Kiemen in verschiedener Ausdehnung festgewachsen. Ihr freier Rand ist gegen die Bauchseite gerichtet. Bei Weitem die meisten Muschelthiere besitzen zwei Kiemenpaare, ein inneres und ein äusseres. Das erstere liegt dem Abdomen und dem Fusse des Thieres zunächst und erscheint als das grössere. Die Anordnung der Kiemen ist genau symmetrisch, wovon nur *Anomia* eine Ausnahme macht. Jede Kieme besteht aus einer beträchtlich grossen Anzahl einzelner längerer Blättchen, welche kammförmig neben einander liegen und bei oberflächlicher Betrachtung wie ebenso viele Faltungen einer Lamelle erscheinen. Jedes Blättchen enthält eine feste, aus einer abgeschiedenen homogenen Substanz bestehende Stütze, die wie eine Reihe kurzer Stäbchen die ganze Länge durchzieht. Daneben finden sich die blutführenden Hohlräume. Bei vielen Muschelthieren liegen die Blättchen unverbunden neben einander, so bei *Pecten*, *Lima*, *Spondylus*, *Arca* u. a.; in der Regel sind sie jedoch der Quere nach unter einander verbunden, so dass zwischen je zwei Blättchen eine Längsreihe von Spalten besteht und jede Kieme schliesslich eine Art von Gitterwerk vorstellt, welches an den Kiemensack der Ascidien erinnert. Die erwähnten Spalten führen in einen, das Innere eines Kiemenblattes einnehmenden Hohlraum, den man als Intrabranchialraum bezeichnen kann, und der an der Basis jeder Kieme mit einer deutlichen, grösseren Oeffnung ausmündet.

Da die Kiemen in allen Fällen bei den jungen Thieren nicht als eine zusammenhängende Lamelle, sondern vielmehr als eine Reihe neben einander liegender Fortsätze hervorsprossen, so muss man jene Kiemenformen, die aus einzelnen nur an der Basis verbundenen Fäden bestehen, als der embryonalen Form entsprechend ansehen, die hier bleibend ist, indess bei anderen durch die Querverbindungen der Kiemenfäden wirkliche Lamellen hervorgehen*).

*) Es sind übrigens auch bei den mit freien Kiemenfäden versehenen Muschelthieren die einzelnen Fäden im frischen Zustande so mit einander verklebt, dass sie eine Art von Lamelle zusammensetzen. — Vergl. Näheres über die Entwicklung und den Bau der Kiemen Lacaze-Duthiers in den *Ann. des sc. nat. Sér.* 4. *T.* 5.

Nicht unbedeutende Modificationen werden durch das Verwachsen der Kiemen hervorgebracht. Es können so die beiderseitigen Kiemen, indem sie sich mit ihrem hinteren Abschnitte einander nähern, in der Medianlinie unter einander verschmelzen, so dass nur eine einzige unpaare Kieme vorhanden scheint. Der Grad der Verwachsung ist äusserst verschieden, und von jener einheitlichen, an den Kiemensack der Ascidien sich eng anschliessenden Form (bei *Clavagella*) finden sich alle Uebergänge bis zu getrennten Kiemenpaaren vor.

Bezüglich der Zahl der Kiemen ist zu bemerken, dass in Fällen eine Reduction auf ein einziges Paar stattfinden kann, welches dann den beiden inneren Kiemen der übrigen Muschelthiere entspricht, sowie auch diese inneren Kiemen bei den vierkiemigen Muschelthieren zuerst sich zu entwickeln beginnen. Bei vielen findet man vor den eigentlichen Kiemen in der Nähe des Mundes noch besondere lappenartige Bildungen stehen, welche in ihrer Structur mit den ersteren übereinstimmen, so dass sie wohl als Nebenkiemen betrachtet werden können.

Die Oberfläche sämmtlicher Kiemen wird von einem ausgezeichneten Wimperepithel überkleidet. Reihen grosser Cilien ziehen sich der Länge nach an den leistenartigen Vorsprüngen der Kiemen herab, und dicht stehende feinere Cilien ordnen sich dazwischen und vollenden den zur Unterhaltung einer beständigen Wasserströmung thätigen Apparat. Sie überziehen auch die Intrabranchialräume und erscheinen in ihrer Bewegung vom Willen des Thieres unabhängig, da auch noch abgerissene Stücke des Epithels längere Zeit hindurch die Wimpererscheinung äussern.

Bei dieser für den Athemprocess wichtigen Einrichtung muss noch eines andern Organisationsverhältnisses gedacht werden, welches für die Zuleitung von Wasser ein ebenso bedeutender Factor ist. Die beiden Mantellamellen sind nämlich nur bei einer relativ kleinen Zahl von Muschelthieren an ihrem Rande völlig frei und lassen hier durch die einzige grosse, von ihnen begrenzte Spalte Wasser und Nahrungsstoffe zum Körper des Thieres herantreten. Zu derselben Spalte nimmt auch das an den Kiemen vorbeigeströmte Wasser seinen Ausweg und entfernt zugleich die Fäcalmassen. Bei der grösseren Menge der Lamellibranchiaten zeigt sich jedoch eine Verwachsung der beiderseitigen Mantelränder, wodurch sowohl eine mehr oder minder vollkommene Verschliessung des die Kiemen umgebenden Hohlraumes, wie auch eine grössere Regelmässigkeit der ein- und austretenden Wasserströme erreicht wird.

Der geringste Grad der Verwachsung, wie er sich bei den Mytiliden zeigt, lässt eine vordere grössere und hintere kleinere Oeffnung entstehen. Erstere dient zum Durchtritte des Fusses und lässt Nahrungsstoffe und Wasser eintreten. Die letztere, in ihrer Lage der Afteröffnung entsprechend, entführt die Fäcalmassen, sowie das Wasser, welches der Athmung gedient hat. Bei anderen, wie z. B. den Chamaceen, liegen hinter den vorderen grossen, nur den Fuss durchlassenden

Spalte noch zwei besondere Oeffnungen, welche sich in die Zu- und Ableitung des Wassers theilen, eine Einrichtung, die bei einer anderen Abtheilung der Muschelthiere einen höheren Entwicklungsgrad erreicht. Dieser besteht darin, dass der die bezüglichen Oeffnungen umgebende Manteltheil sich in eine förmliche Röhre verlängert und damit, ausser der Verwachsung, noch andere Modificationen eingeht. Die Athemröhren (Siphonen) können auch zuweilen durch getrennte Mantelpartien dargestellt werden; oder es besteht eine äusserlich einfache Athemröhre, welche nur innerlich durch eine Scheidewand in zwei Canäle getrennt wird (Fig. 81. *tra.*); oder es bestehen zwei vollständig getrennte Röhren, von welchen die obere, an ihrer inneren Mündung der Afteröffnung entsprechend, zur Entleerung des Wassers dient, die untere dagegen die Einfuhr desselben besorgt.

Durch diese Formen hindurch gelangen wir zu jenen, wo der Verschluss der Athemröhren am Vollständigsten und die Röhrenbildung des Mantels am Meisten entwickelt ist. Es wird dies von einer Verkleinerung der dem Fusse zum Austritt dienenden Mantelspalte begleitet. Die letztere ist beträchtlich enger geworden und eine ziemlich weite Strecke von den Athemröhren entfernt, so dass der grösste Theil des Mantelrandes verwachsen ist, und der Körper des Thieres demzufolge sackförmig erscheint. Die Oeffnung zum Durchtritte des Fusses befindet sich am vorderen Ende, die beiden Athemröhren sind am entgegengesetzten Körpertheile angebracht. Als Repräsentanten dieser Verhältnisse können die Bohrmuscheln erwähnt werden*). Hier setzen sich die beiden Athemröhren in besondere Abtheilungen der Mantelhöhle fort, indem letztere durch eine Scheidewand in einen oberen kleineren und unteren grösseren Raum zertheilt wird. Das dem letzteren durch die einleitende Röhre zugeführte Wasser durchströmt die Kiemen und tritt durch deren Spaltöffnungen in die Kiemenfächer oder den Intrabranchialraum, aus welchem es in die obere Abtheilung der Mantelhöhle gelangt, in welche auch der After sich öffnet.

Die Ausbildung der Athemröhren in Combination mit dem Verwachsen der Mantelränder und die so entstandene Athemhöhle bedingen einen besonderen Mechanismus der Athmung, welchem ein ausgezeichneter, die Röhren auskleidender Wimperapparat vorsteht. Durch diesen wird ein Wasserstrom der einen Röhre zugeführt, während die Richtung der Wimperbewegung in der anderen Röhre die Entfernung des Wassers leitet. So ist bei scheinbarer Ruhe der Thiere die Respiration ein ununterbrochener Act.

Die geschilderten Modificationen des Mantels, namentlich die Umwandlung eines Theiles desselben in Athemröhren, führt uns zu einer Vergleichung dieser Verhältnisse mit den ganz analogen Bildungen, wie

*) Die Uebergänge zu den Bohrmuscheln bilden die Klaffmuscheln *Mya, Lutraria, Glycymera, Solemya, Solen* u. a.

sie oben bei den Tunicaten geschildert sind. Hier wie dort ist am Körper eine meist röhrenförmig ausgezogene Oeffnung vorhanden, welche der Athemhöhle Wasser und mit demselben dem Munde Nahrungsstoffe zuführt. Wie bei den Ascidien unter den Tunicaten das Wasser durch die Kiemenspalten hindurch in den ausleitenden Canal (die Cloake) gelangt, so lassen auch die Blattkiemer das Wasser durch die Kiemen in die Kiemenfächer eintreten, um es von hier aus dem Ausfuhrsipho zu übergeben. Dem austretenden Wasser werden bei Tunicaten und Blattkiemern die Fäcalmassen beigemischt und auch die Geschlechtsproducte auf demselben Wege entleert. Es lässt sich auf diese Weise zwischen den scheinbar so verschiedenen Organisationsverhältnissen der beiden genannten Molluskenclassen dennoch eine innige Homologie nicht verkennen *).

Unter den Cephalophoren begegnen wir einer Anzahl von Formen, bei denen kein bestimmt differenzirtes Organ als Athemwerkzeug zu deuten ist. Es ist hier vielmehr die Gesammtoberfläche des Körpers die Athmung vermittelnd anzusehen und erstere wird häufig durch Fortsätze der mannigfaltigsten Art beträchtlich vergrössert. Es gehören hierher einzelne Thiere aus fast allen Abtheilungen der Cephalophoren. Von den Pteropoden ist *Clio* anzuführen, von den Gasteropoden jene, welche wir als Abranchiaten bezeichnen, wie *Actaeon*, *Limapontia*, *Phyllirhoë*. Das gesammte Integument steht hier in Contact mit dem Wasser. Bei anderen tritt eine Flächenvergrösserung auf. Seitliche, in der Regel höchst symmetrisch angeordnete Fortsätze ziehen sich längs des Körpers hin und functioniren als Kiemen, obgleich sie morphologisch nicht mit den gleichbenannten Organen der übrigen Gasteropoden zusammengestellt werden dürfen. Mehrere verästelte Büschel stehen bei *Glaucus* seitlich am Körper. Ebenfalls seitlich, jedoch mehr gegen den Rücken hin, finden sich Fortsätze bei *Tergipes* in geringerer Zahl; zahlreicher bei *Aeolidia* und vielen verwandten Gattungen**), wo sie, dicht neben einander stehend, fast schuppenartig den Rücken des Körpers bedecken. Von diesen Formen von Körperanhängen erhalten wir Uebergänge zu complicirteren Bildungen, welche deutlicher als Kiemen sich

*) Wenn wir uns die Kieme eines Mantelthieres, etwa einer Ascidie, nicht die ganze Innenfläche des vom Mantel gebildeten Athemsackes auskleidend, sondern nur an einer Stelle befestigt und duplicaturartig ins Innere vorspringend denken, so erhalten wir die Form der Kieme eines Lamellibranchiaten. Ebenso lassen sich die Kiemen der letzteren in den Kiemensack einer Ascidie umgeformt vorstellen, wenn wir bei geschlossenem Athemsacke, etwa wie er bei Pholaden sich findet, die Kiemen an den Rändern verwachsen und der Innenfläche des Athemsackes anliegend uns vorstellen.

**) Zur ferneren Vergrösserung der Oberfläche sind an diesen Rückenfortsätzen bei manchen Gattungen noch besondere wie Kiemen aussehende membranöse Faltungen angebracht, die von der Spitze bis zur Basis eines solchen Fortsatzes sich ausdehnen. —

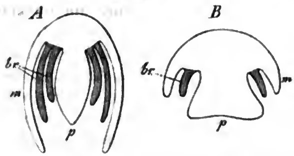
offenbaren und als verästelte Büschel grössere oder geringere Körperstellen besetzen. Es gehören hierher die rosettenförmig am Rücken anderer Gymnobranchiaten stehenden Kiemenbüschel (Fig. 95. *br.*). (*Doris*, *Polycera*), sowie jene, welche in seitlichen Längsreihen am Körper stehen (*Tritonia*). An diese nackten kiementragenden Gasteropoden reiht sich unter den Pteropoden *Pneumodermon* an, dessen Körperende mit drei bis vier faltigen Kiemenlamellen versehen ist. Obgleich alle Verhältnisse die eben erwähnten Organe als Athemwerkzeuge (Kiemen) erscheinen lassen, indem sowohl äussere Form, als innere, eine Blutaufnahme erlaubende Organisation, und endlich ihre Beziehungen zu den Circulationsorganen an jener Deutung keinen Zweifel lassen, so stehen sie doch immer noch ausserhalb jener typischen Organreihe, die wir bei den Mollusken als Athemwerkzeuge auftreten sehen. Es sind an beliebiger Körperstelle gebildete blosse Fortsätze des Integumentes, die zum allgemeinen Plane des Körpers durchaus keine engeren Beziehungen besitzen und damit auch nur durch die gleiche Function mit jenen Athemorganen verbunden sind, wie wir sie bei der vollkommneren Ausbildung des Mantels der Cephalophoren entstehen sehen. Als typisches Verhalten scheint auch für die Cephalophoren die Duplicität der Kiemen zu gelten, und erst mit der Ausbildung einer assymetrischen Körperform tritt auch für die Kiemen eine ungleichseitige Entwicklung ein, welche bis zu einem völligen Mangel der Kieme auf einer Körperseite sich steigert. Was den Bau der Kiemen angeht, so haben wir es in der Regel mit einfachen, aus Duplicaturen des Integumentes entstandenen Lamellen zu thun, welche entweder einfache Fortsätze darstellen, oder als neben einander gelagerte Blätter erscheinen, oder endlich sogar in verästelte Bildungen übergehen. Es können so die Kiemen der Cephalophoren auf jene der Lamellibranchiaten zurückgeführt werden, wenn wir letztere in ihrem ersten Auftreten als einfache Auswüchse oder auch lamellenartige Fortsätze betrachten. Die Uebereinstimmung dieses Baues der Athemwerkzeuge in zwei grossen Molluskenabtheilungen wird noch durch die gleichartigen Beziehungen dieser Theile zum allgemeinen Plane des Körpers bestätigt. Mit dem Auftreten eines gesonderten Mantels (Fig. 96. *A. B. m.*) liegen die Kiemen (*br.*) seitlich unter demselben in einer, die ganze Länge des Thieres durchziehenden Furche zwischen Mantel und Fuss (*p.*). So treffen wir die fast den ganzen Körper umziehenden Kiemenblättchen bei *Patella* und *Chiton* gelagert, und auch bei *Diphyllidia* ist eine doppelte

Fig. 95.



Fig. 95. *Polycera cristata* von der Rückenfläche. *a.* Afteröffnung. *br.* Kiemen. *t.* Tentakel (nach Alder und Hancock).

Fig. 96.



Kieme jedoch in geringer Ausdehnung vorhanden. Bei anderen beschränkt sie sich auf eine Seite; so bei *Umbrella* und *Pleurobranchus*. Mit der grösseren Entwicklung der, wie vorhin erwähnt, ursprünglich als eine blosse Furche auftretenden Mantelhöhle zu einer oft beträchtlich tiefen Tasche zeigt sich die Kieme ausschliesslich auf diese Höhle beschränkt. Die Bildung der Mantelhöhle, hervorgehend aus einem Tieferwerden eines Abschnittes jener Furche und aus einer beträchtlichen Wucherung der sie überdeckenden Mantelduplicatur, kann an verschiedenen Stellen stattfinden. Man kann annehmen, dass an jedem Theile der gesammten Circumferenz der ursprünglichen Mantelfurche eine Athemhöhle auftreten kann, doch in der Regel erscheint sie vorne, so dass ihre Oeffnung über dem Nacken des Thieres sich findet, der rechten oder der linken Seite genähert. Es muss hier berücksichtigt werden, dass die Entstehung einer Mantelhöhle kein für sich selbständiger Vorgang ist, sondern mit der Bildung eines Gehäuses und eines in dieses eingelagerten Eingeweidesackes einhergeht. Wo eine solche Mantelhöhle existirt, ist dann immer die Kieme in sie eingelagert. Bei einem Theile der Pleurobranchiaten (*Aplysia*, *Bulla*, *Gasteropteron* u. a.) ist dies Verhalten schon deutlich ausgeprägt, und daran reihen sich auch *Fissurella* und *Haliotis*, welche den Uebergang zu den Kammkiemern machen. Die sehr ausgebildete Athemhöhle*) der Ctenobranchiaten öffnet sich mit einer zwischen dem Nacken des Thieres und dem Mantelrande gelegenen Spalte, von wo aus häufig noch der Mantelrand in eine verschieden lange Röhre (Fig. 87. *s*), der Athemröhre der Muschelthiere analog, sich fortsetzt. Aeusserst entwickelt ist diese Athemröhre bei *Buccinum*, *Triton*, *Dolium*, *Harpa*, *Cassis*, *Murex*, *Fusus* und vielen anderen. Für den Mechanismus der Athmung sind diese Siphonen vom grössten Belange, indem sie ähnlich, wie die Zufuhrröhren der Lamellibranchiaten, Wasser in die Kiemenhöhle leiten und die Kiemen mit einem beständigen Strome bespülen. Unterstützt wird der Wasserwechsel noch durch das Wimperepithel, welches Athemhöhle und

Fig. 96. Schematische Darstellung der Homologien des Lamellibranchiaten- (*A*) und Gasteropodentypus *B*. Senkrechte Durchschnittsbilder. *m*. Mantel. *p*. Fuss. *br*. Kiemen.

*) Die Form und Ausdehnung der Athemhöhle ist grossen Verschiedenheiten unterworfen, von welchen die Andeutung einer Duplicität bei *Turbo* besonders bemerkenswerth ist. Es besteht hier eine, die Mitte der Athemhöhle durchziehende unvollstandige Scheidewand, welche jederseits eine Kieme trägt. In zwei unvollständig getrennte, je eine Kieme bergende Fächer ist die Athemhöhle bei *Phasianella* getheilt, welche Verhältnisse sämmtlich aus der schon anfänglich ausgesprochenen, ursprünglichen Duplicität der Kiemen abgeleitet werden müssen.

Kiemen überkleidet. Auch für die Ausleitung des Wassers bestehen besondere Einrichtungen, und meist ist an dem, dem Sipho entgegengesetzten Ende der Kiemenhöhle eine kürzere Rinne bemerkbar.

Bei den Heteropoden ist bezüglich der Anordnung der Kiemen dasselbe Verhalten, wie bei den Gasteropoden, wahrnehmbar. Bei ausgebildeter Mantelhöhle wird die Kieme vollständig in ihr geborgen (*Atlanta*), während sie bei wenig entwickelter Mantelhöhle frei hervorsteht (*Carinaria*), und bei gänzlich fehlendem Mantel völlig zu Tage liegt (*Pterotrachea*).

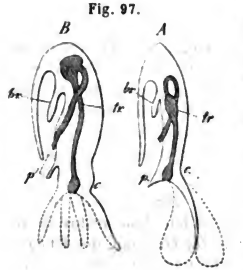
Die luftathmenden Gasteropoden (Pulmonaten) sind hinsichtlich der Lagerung des Athemorganes und der Beziehungen desselben zu einer Mantelhöhle nicht wesentlich von den Kiemenschnecken verschieden. Es ist, wie bei diesen, dieselbe vom Mantel überwölbte Cavität vorhanden, welche durch eine seitlich am Mantelrande befindliche, durch entwickelte Musculatur verschliessbare Oeffnung mit der Aussenwelt communicirt. Die Decke eines Theiles dieser Mantelhöhle wird von einem reichen Gefässnetz durchzogen, und dieser Abschnitt, der in der Regel etwas weiter eingestülpt ist, fungirt als Athemorgan, welches man hier als »Lunge« bezeichnet. Man kann sich somit die Athemhöhle einer Lungenschnecke in jene einer Kiemenschnecke umgewandelt vorstellen, wenn man an der Decke eine Anzahl von Kiemenblättchen durch Duplicatur der Wandung sich gebildet denkt. Somit besteht in der anatomischen Einrichtung der Athemapparate von Kiemen- und Lungenschnecken kein fundamentaler Unterschied *).

In den bisher betrachteten Abtheilungen der Cephalophoren sahen wir eine auf dem Rücken des Thieres gebildete Athemröhre bestehen, welche über dem Nacken sich öffnet. In der Ordnung der Pteropoden sind die Lagerungsverhältnisse der Mantelhöhle andere gewor-

*) Der oben gethane Ausspruch findet eine nicht unwesentliche Bestätigung darin, dass die Jungen der im Wasser lebenden Lungenschnecken, wie der Lymnaeen und Planorben, bei schon ausgebildeter Mantelhöhle noch lange Zeit im Wasser, ohne Aufnahme von Luft in die Mantelhöhle, athmen. Erst später wird die Athemhöhle, die man vorher als Kiemenhöhle betrachten kann, mit der Ausbildung eines Blutgefässnetzes in ihrer Wandung zur Luftaufnahme disponirt und so in eine »Lunge« umgewandelt. Die Lunge stellt somit nur einen höheren Entwicklungszustand der Mantelhöhle vor, und die einfache Mantelhöhle bildet den Ausgangspunct einer zweifachen Reihe von Einrichtungen, welche in dem einen Falle in der Kiemenbildung, in dem anderen in der Lungenbildung sich darstellen. — Die im Wasser lebende Gattung *Ancylus*, über deren systematische Stellung man lange im Unklaren war, reiht sich den Pulmonaten an und repräsentirt gewissermassen den embryonalen Zustand dieser Thiere, der durch die Wasserathmung characterisirt wird. Ebenso ist aber auch die luftathmende Gattung Cyclostoma den Ctenobranchiaten anzureihen, mit denen sie in der inneren Organisation völlig übereinstimmt, und von denen sie nur dadurch verschieden ist, dass ihre Mantelhöhle der Kiemenfalten entbehrt und statt dessen mit einem Gefässnetze durchzogen ist.

den. Es liegt die Mantelhöhle nämlich nach hinten, und ihre Oeffnung erscheint als eine Querspalte dicht über dem Fusse, wenn wir das Thier in jene Lage bringen, in der der Kopf nach vorne, der Fuss nach unten gewendet ist (vergl. Fig. 97. *A*.). Bei einigen Pteropoden (*Creseïs*, *Cleodora*) fungirt die ganze Innenfläche der Mantelhöhle als respirirende Fläche. Eine Kiemenbildung tritt bei den Hyaleen auf und erscheint in einfachster Weise in Form faltenähnlicher im Grunde der Mantelhöhle halbkreisförmig angeordneter Vorsprünge. Der Wasserwechsel wird hier durch mannichfaltige Wimperorgane geregelt, als welche am Eingange der Mantelhöhle, dann auch weiter nach Innen bewimperte leisten – oder schildartig vorspringende Flächen vorhanden sind, welche eine beständige Strömung veranlassen. Bei den Hyaleen erfolgt diese Strömung in grosser Regelmässigkeit, indem sie an der einen Hälfte der Spalte ihren Eintritt nimmt und, an der Kieme vorbei passirend, an der anderen Spaltenhälfte austritt*).

Fig. 97.



In dem Verhalten der Athemhöhle reihen sich hier die Cephalopoden an, bei denen, wie das nebenstehende Schema (Fig. 97.) darzustellen versucht, die homologen Theile genau in derselben Lage sich finden. Die Mantelhöhle öffnet sich gleichfalls hinten am Rücken des Thieres, wenn wir den Trichter als Aequivalent des Cephalophorenfusses nach unten gerichtet uns vorstellen. Die von einer Mantelduplicatur überwölbte Höhle nimmt dann den hinteren Theil des Rückens ein, bildet also jene Körperpartie, die man gewöhnlich als Bauchfläche bezeichnet. Im Grunde der Mantelhöhle lagern symmetrisch die Kiemen, deren bei *Nautilus* vier, bei den übrigen Cephalopoden zwei vorhanden sind (Fig. 93. *br*.). Die allgemeine Form jeder Kieme ist in der Regel pyramidal, mit der Spitze nach aussen gerichtet, mit der Basis nach innen. Sie bestehen entweder aus dicht aneinander liegenden, sich allmählich gegen die Spitze hin verjüngenden Blättchen (*Nautilus* und die meisten Loli-

Fig. 97. Schematische Darstellung der Homologien des Pteropoden- (*A*) und Cephalopodentypus *B*. Senkrechte Durchschnittsbilder, der Kopf des Thieres ist nach unten gerichtet. *c*. Kopftheile bei *A* mit den Andeutungen der Kopfflossen, bei *B* mit den Andeutungen der Arme versehen. *tr*. Darmcanal. *br*. Kieme. *p*. Fuss.

*) Es darf die nach hinten sich öffnende Mantelspalte der Pteropoden nicht als gegensätzliches Verhältniss zu der Mantelbildung der übrigen Cephalophoren betrachtet werden, denn es kann, wie schon oben erwähnt, an jeder Stelle der typisch den Körper umziehenden, zwischen Fuss und Mantel liegenden Furche durch Einstülpung eine Athemhöhle entstehen.

ginen), oder aus vielfach gewundenen Hautfaltengruppen, welche zwischen den beiden am Kiemenrande sich hinziehenden Kiemengefässstämmen ihren Ursprung nehmen (Octopoden).

Der Athemmechanismus combinirt sich hier auch mit der Ortsbewegung der Thiere. Bei jedesmaliger Erschlaffung der Musculatur des Mantelrandes strömt Wasser in die Kiemenhöhle durch deren Spalte, namentlich zu beiden Seiten des Trichters, ein und wird nach Bespülung der Kieme durch die Contractionen des Mantels wieder ausgetrieben. Es schliesst sich dabei die Spalte der Athemhöhle, so dass nur noch der Trichter als Ausweg besteht, der dann dem Wasser zum Durchtritte dient und sich beim Ausstossen desselben activ betheiligt.

d) Von den Excretionsorganen.

Wir müssen die Betrachtung dieser Organreihe wiederum mit der Erwähnung von Thieren beginnen, bei denen die bezüglichen Apparate nicht zur Differenzirung gekommen sind. Excretionsorgane fehlen den Bryozoen vollständig und sind auch bei vielen Tunicaten bis jetzt vergeblich gesucht worden, indess alle übrigen Mollusken sie in einer oft äusserst vollkommenen Form besitzen. Bei vielen müssen sie sogar zufolge der chemischen Constitution ihrer abgeschiedenen Producte geradezu als »Nieren« betrachtet werden. Die mikroskopische Untersuchung weist dann immer Secretionszellen nach, deren Inhalt aus granulären oder concentrisch geschichteten Concrementen gebildet wird, wie solche auch in den Harnausscheidungen anderer Thiergruppen eine grosse Rolle spielen. Diese Organe stehen mit dem Darmcanale in keiner Beziehung, stellen somit selbständige, bald paarige, bald unpaare, in der Regel mit dem Gefässsystem verbundene Apparate vor. Nur die Tunicaten machen hiervon nach beiden Richtungen eine Ausnahme, wenn nämlich das einen Theil des Darmcanales der Ascidien überziehende Canalnetz wirklich hierher gezählt und als Niere betrachtet werden darf, wofür seine concrementhaltigen Drüsenbläschen zu sprechen scheinen*).

Die Verbindungen des Excretionsorganes mit dem Blutgefässsysteme sind der Art, dass es entweder in der Nähe des Herzens liegt und von blutführenden Hohlräumen durchzogen wird, oder dass sein Inneres sogar direct mittelst besonderer Oeffnungen mit einem das Herz umgebenden venösen Blutbehälter communicirt. Andere Oeffnungen führen nach

*) Dieses geht wenigstens aus den Beobachtungen Krohn's hervor. Vergl. Müller's Archiv, 1852. p. 329. Ueber eine Ausmündung dieses Organes, sowie über die Beziehungen der Bläschen zu dem von Krohn wahrgenommenen feinmaschigen Netzwerke ist nichts Näheres bekannt. — Es darf dies Organ, welches »bei allen Phallusien den ganzen Nahrungscanal vom Munde bis zum After umgibt und als compacte, wie mit kreideweissen Puncten dicht übersäete Masse von honiggelber Färbung sich darstellt,« nicht mit einem anderen Apparate verwechselt werden, der gleichfalls am Darme liegt und den wir oben als Leber betrachteten. —

aussen und vermitteln eine Verbindung des umgebenden Mediums mit dem Innersten des Körpers, nämlich mit den Bahnen des Blutes. So verhält es sich bei allen Lamellibranchiaten, bei den Cephalophoren und Cephalopoden.

Hinsichtlich der Structur zeigt das Organ mehrere, aus dem obigen Plane sich entwikelnde Typen auf. So treffen wir es bald als einen einfachen, mit hellen Wandungen versehenen Schlauch, von welchem durchaus kein festes Secret geliefert wird, sondern dessen vorzüglichste, wenigstens augenscheinlichste Function in der Beimischung von Wasser zum Blute besteht, dabei muss freilich dahingestellt bleiben, ob die Wandungen nicht ein flüssiges Secret bilden, welches den festen Concretionen der anderen Organform sich analog verhält; bald wieder erscheint das Excretionsorgan von einem spongiösen Gewebe gebildet, dessen Grundlage sogar Muskelelemente sein können. Wir treffen dann das Organ mit Contractilität ausgestattet und wie ein secundäres, dem Blutkreislaufe angefügtes Bewegungsorgan in Thätigkeit. Es ist auch in diesem Falle noch keine Ablagerung fester Substanzen bemerkbar; dagegen hat die Thätigkeit für Einleitung des Wassers ihre höchste Entfaltung erreicht, wie durch die von der äussern Oeffnung des Organes vollführten Schluckbewegungen sich kund gibt. Es scheint die Einleitung von Wasser, oder allgemeiner ausgedrückt, die Herstellung einer in der Willkühr des Thieres liegenden Verbindung der Bluträume mit dem umgebenden Medium die erste und vorzüglichste Function. Dabei ist aber auch die Entleerung von Flüssigkeit nicht ausgeschlossen. Die secretorische Thätigkeit der Wandungen und des Maschengewebes innerhalb des genannten Organes tritt uns erst dann sichtbar entgegen, wenn feste Theile (Concretionen) im Gewebe des Organes aufgetreten sind. Es zeigt sich diese Erscheinung häufig in Combination mit der vorhin erwähnten, und diese Fälle sind es dann, welche die Homologie zwischen den der secretorischen Thätigkeit entbehrenden und den ausschliesslich auf Secretion beschränkten Organformen vermitteln. Die Fülle der Concremente und die Qualität derselben zeigt uns eine unzweifelhafte »Niere«, bei der die Beziehungen zum Gefässsysteme die Regulirung der Wasserbeimischung oder die Ableitung der Flüssigkeit nur untergeordnete Aeusserungen sind.

Gehen wir von der Betrachtung der allgemeinen Einrichtungen dieses Organes auf dessen nähere Beziehungen zum Blutgefässsysteme ein, so finden wir seine Verbindung mit letzterem als eine bei allen der erwähnten Molluskenabtheilungen durchgreifende Erscheinung. Die Unterschiede bestehen nur darin, dass das Organ einen verschiedenen Grad der Selbständigkeit besitzt und bald in Form von blossen drüsigen Anhängen des Gefässsystemes auftritt, bald wieder, jedoch ohne Verlust seiner Beziehungen zu den Kreislaufsorganen, als compacte, für sich abgeschlossene Drüse erscheint. Die Verbindung mit dem Gefässsysteme ist immer der Art, dass das Excretionsorgan im Stromgebiete

des aus dem Körperkreislauf zu den Athmungsorganen rückkehrenden Blutes sich findet und dann entweder äusserlich oder auch innen von diesem Blute durchströmt wird (Niere der meisten Cephalophoren). Dasselbe wird auf eine andere Weise dadurch erreicht, dass es einen Theil der venösen Blutbehälter selbst ausmacht, gewissermaassen einen Abschnitt der Kiemensinusse darstellt und so enger mit dem Blutgefässsysteme verbunden, in Form, Lage und Zahl nach jenen Blutbehältern sich richtet. (Die Lamellibranchiaten bieten diese Verhältnisse dar.) Wenn es hier noch als eine nach aussen abgeschlossene, innen mit besonderen Hohlräumen versehene Bildung auftritt, welche durch ihre Communication mit dem Pericardialsinus und durch ihre Oeffnungen nach aussen eine Wasserzufuhr zu regeln im Stande ist, so geht diese letztere Function zugleich mit der Selbständigkeit des Organes verloren. In demselben Grade, als die vorhin bei Lamellibranchiaten noch als blosse Sinusse getroffenen venösen Blutbehälter sich zu selbständigeren Blutcanälen, zu Gefässen, umwandeln, sehen wir das Excretionsorgan nur drüsige Anhänge dieser Blutgefässe darstellen. Als solche erscheint es bei den Cephalopoden. Die zu den Kiemen tretenden Venen sind mit solchen wie Ausstülpungen erscheinenden Anhängen besetzt, so dass auch hier das Excretionsorgan dem venösen Blutlaufsysteme sich einschaltet.

Wir sehen so in allen Fällen die Beziehungen der Excretionsorgane zum Kreislaufe gleichartig gestaltet und das Venenblut vor seinem Eintritte in die Athmungsorgane einer Depuration unterworfen, die in der Abscheidung von gewissen, dem Harne der Wirbelthiere analogen Stoffen besteht. Es wird uns hierdurch nahe gelegt, die gesammte Einrichtung mit einem Pfortaderkreislaufe zu vergleichen, der sein Analogon unter den niederen Wirbelthieren in dem Nierenpfortadersysteme der Fische und Amphibien findet.

Die anatomischen Verhältnisse des Excretionsorganes in den einzelnen Classen mögen in Folgendem vorzuführen sein.

Bei den Lamellibranchiaten ist dies Organ unter dem Namen des Bojanusschen Organes bekannt und liegt als eine stets paarige, zuweilen in der Mittellinie zu einer Masse verschmolzene Drüse auf der Rückseite des Körpers, der Kiemenbasis zunächst. Seine Substanz wird von einem gelblich oder bräunlich gefärbten schwammigen Gewebe gebildet, dessen Maschenräume häufig zusammenfliessen und so meist einen grösseren centralen Hohlraum darstellen. Aus diesem führt jederseits eine Oeffnung in den Herzbeutel, während eine andere den Ausfuhrgang vorstellt. Ein solcher kommt jeder Hälfte des Organes zu und liegt entweder in der Nähe der Geschlechtsöffnung, oder ist mit der Geschlechtsöffnung gemeinsam, oder endlich die Geschlechtsorgane öffnen sich in das Bojanussche Organ, so dass die Geschlechtsproducte durch letzteres nach aussen entleert werden. Dies ist der Fall bei *Pecten*, *Lima*, *Spondylus*. Vereinigte Ausführgänge besitzen *Arca* und *Pinna*. Getrennte

Oeffnungen für Excretions- und Geschlechtsorgan zeigen *Cardium*, *Chama*, *Mactra*, *Pectunculus*. *Anodonta*. *Unio* u. a. Die faltig vorspringenden Wände oder das maschige Balkengewebe des Organes besitzen einen dichten Beleg von Secretionszellen, welche die schon oben berührten Concremente abscheiden und dadurch die Bedeutung des Organes als Niere kund geben*). Das sein Inneres durchströmende Blut ist jenes, welches aus dem Eingeweidesacke, theilweise auch aus dem Mantel zurückgekehrt ist, um sich in einen venösen Blutsinus an der Kiemenbasis zu sammeln.

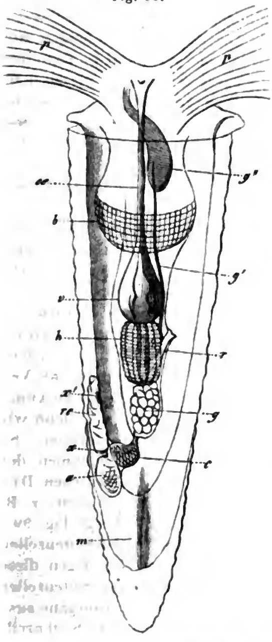
Je nachdem bald die Zuleitung von Wasser, bald die absondernde Thätigkeit im Excretionsorgane vorherrscht, zeigt es bei den Cephalophoren die grösste Mannichfaltigkeit der Form. Fast stets ist es unpaar **), in der Nähe des Herzens und der Athmungswerkzeuge gelagert und, soweit nähere Untersuchungen darüber bekannt sind, mit einer Oeffnung in den Pericardialsinus und einer anderen nach aussen versehen. Von den verschiedenen, durch Uebergänge unter einander verketteten Modificationen mögen folgende die wichtigsten sein:

1) In der niedersten, der excretorischen Thätigkeit noch entbehrenden Bildung treffen wir das Organ bei den nackten Pteropoden (*Cliopsis*, *Pneumodermon*), dann bei manchen Abranchiaten (z. B. *Phyllirhoë*, *Actaeon* u. a.) und Gymnobranchiaten (*Polycera*). Es stellt hier einen langgestreckten, glashellen Schlauch vor, der nahe am Rücken in der Mitte des Körpers gelegen, sich vom Herzen aus ziemlich weit nach hinten erstreckt, eine mit Wimpern besetzte Oeffnung in den Pericardialsinus und eine andere auf die Oberfläche des Körpers sendet. Die letztere erscheint mit einem Sphincter umgeben.
2) Von einem contractilen Balkengewölbe gestützt, der festen Secretbildung entbehrend, erscheint es bei einigen Heteropoden: *Atlanta*, *Pterotrachea*. Die bei ersterer Gattung in die Mantelhöhle führende, bei letzterer neben den Kiemen befindliche äussere Oeffnung vollführt energische Bewegungen, die man mit Schluckbewegungen vergleichen kann. Ebenso verhält es sich bei *Creseïs* unter den Pteropoden (Fig. 98. *re.*)
3) Als eine spongiöse, verschieden gestaltete Masse treffen wir das Ex-

*) Obgleich die Untersuchungen von Garner (*transact. of the zoolog. soc.* 1838. Bd. II.) und von v. Babo (Lehrb. der vergleich. Anatomie von v. Siebold) die Deutung als Niere in Folge des Nachweises von Harnsäure festgestellt zu haben schienen, so sind durch neuere Untersuchungen von Schlossberger (Müller's Archiv 1856, p. 540) diese Anschauungen dadurch etwas geändert worden, dass derselbe in den festen Concrementen einer *Pinna* keine Harnsäure aufzufinden vermochte, dagegen reichlich schwarzes Pigment und verschiedene Mineralbestandtheile. Der allgemeinen Auffassung dieses Organes, nämlich seiner allgemeinen Bedeutung für den Organismus kann aber dadurch nicht wohl ein Eintrag geschehen, wenn wir erfahren, dass ausser stickstoffhaltigen Producten noch andere von ihm abgeschieden werden

**) Ein doppeltes, nach dem Lamellibranchiatentypus gebautes Organ ist nach Lacaze-Duthiers bei *Dentalium* vorhanden.

Fig. 98.



cretionsorgan bei den beschaalten Pteropoden (*Hyalea*, *Cleodora*), sowie bei *Carinaria*.

4) Ein blättriges, locker gewebtes Drüsenorgan, zahlreiche concrementhaltige Zellen einschliessend, erscheint uns als Niere bei der Mehrzahl der Gasteropoden. Die Niere liegt hier entweder in der Leibeshöhle verborgen, wie bei mehreren Gymnobranchiaten, oder zwischen Kieme und Herz, wie bei Pectinibranchiaten (Fig. 93. *r*), oder zwischen Herz und Lungenvene, bei Pulmonaten. Schon ihre meist lebhafte, oder doch gesättigte Färbung (weiss, gelblich, bräunlich) zeigt schon auf die bedeutende secretorische Thätigkeit hin. Ein langer Ausführgang läuft in der Regel vorne von ihr ab und begleitet den Mastdarm, in der Nähe des Afters in die Mantelhöhle sich öffnend. Die anatomischen Beziehungen dieses Organes, namentlich seine Mündung in den Pericardialraum, sind bis jetzt bei Gasteropoden nur wenig (vorzüglich von Leydig bei *Paludina*) bekannt geworden, und bei vielen wird durch die Verschiedenheit des gelieferten Secretes die Erkenntniss des Organes selbst erschwert. Es muss wohl bei manchen Gasteropoden: *Murex*, *Purpura*, *Aplysia*, die eine dunkelrothe Flüssigkeit liefernde Drüse gleichfalls als Niere betrachtet werden *).

Fig. 98. Organisation von *Creseis striata*. *p*, *p*. Die Kopfflossen, nicht vollständig gezeichnet. *oe*. Speiseröhre. *v*. Magen, mit Andeutung der nach innen vorspringenden Kauleisten. *r*. Endarm, in die Mantelhöhle ausmündend. *h*. Leber. *a*. Vorhof. *c*. Herzkammer. *re*. Nierenartiges Excretionsorgan. *x*. Dessen Oeffnung in den Pericardialsinus. *x'* Oeffnung in die Mantelhöhle. *b*. Schildförmiges Wimperorgan in der Mantelhöhle. *g*. Zwitterdrüse. *g'* Gemeinschaftlicher Ausführgang. *g''* Ruthentasche. *m* Hinteres Ende des Rückziehmuskels des Körpers.

*) Als eine nicht uninteressante Erscheinung kann hier noch angefügt werden, dass bei einigen Gasteropoden das erste Auftreten der Niere an niedere Bildungszustände erinnert. So erscheint die Niere bei den auf dem Lande lebenden Pulmo-

Als nierenartige Excretionsorgane der Cephalopoden müssen die sogenannten Venenanhänge oder schwammigen Körper angesehen werden, deren traubig oder lappig geformte Ausstülpungen die beiden zur Kieme gehenden Endäste der grossen Hohlvene bis zu dem Kiemenherzen besetzt halten. (Fig. 93. *a. v*, Fig. 99. *re.*) Sie besitzen eine gelbliche oder bräunliche Färbung und lassen ihre Hohlräume mit jenen der betreffenden Vene communiciren, so dass sie gleichsam wie Ausstülpungen der Venenwandung sich darstellen. — Es ist schon vorhin bei der allgemeinen Betrachtung der Excretionsorgane darauf aufmerksam gemacht worden, dass die Ausbildung des Venensystems mit einer Verkümmerung der Selbständigkeit der Excretionsorgane begleitet sei: denn wir sehen letztere in grösster Abhängigkeit von den genannten Gefässen. So sind die betreffenden Organe bei *Nautilus* an den vier Stämmen der Kiemenarterie (Aesten der Hohlvene) vorhanden, und bei manchen Dibranchiaten, den Sepien, können auch noch andere Venen, z. B. jene des Mantels, mit solchen Anhängen besetzt sein. (Vergl. Fig. 99.) Bei allen Cephalopoden ragen sie in die wasserführenden Seitenzellen ein, und zwar ist es das secernirende Parenchym, welches gegen diese die Oberfläche darstellt, so dass also die Absonderung in die Seitenzellen geschehen wird und die letzteren damit Theile der Excretionsorgane ausmachen. Wir können von diesem Gesichtspuncte aus jede Seitenzelle

Fig. 99.

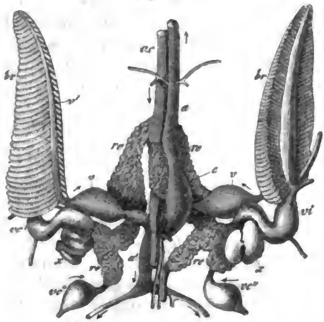


Fig. 99. Circulations- und Excretionsorgane von *Sepia*. *br.* Kiemen. *c.* Herz. *a.* Vordere Körperarterie (Aorta). *a'* Hintere Körperarterie. *v.* Erweiterungen der Kiemenvenen, Vorhöfe des Herzens darstellend. *v'* Kiemenvene, an der Kieme entlang verlaufend. *vc.* Vordere grosse Hohlvenen. *vc'* Die Kiemenarterien (Aeste der Hohlvenen). *vc''* Hintere Hohlvenen. *re.* Schwammige Anhänge der Hohlvenenäste. *x.* Ausstülpungen derselben. Die Pfeile deuten die Richtung der Blutströme an.

naten als ein doppeltes, jeder Seite zukommendes Organ, in Form eines etwas gebogenen, in den Wandungen Secretionszellen umschliessenden Schlauches, der je an der Seite nach aussen mündet. Von dieser Vorniere, die auch bei *Ancylus* vorhanden ist, geht nur der hintere Theil in die bleibende Niere über, während die Ausführgänge verschwinden. — Wenn dieses Organ durch seine paarige Anlage an das bojanische Organ der Blattkiemer erinnert, so wird in dem ersten Auftreten der Niere bei gewissen Ctenobranchiaten (*Buccinum*) eine Uebereinstimmung mit dem contractilen Excretionsorgane mancher Pteropoden und Heteropoden erkannt, so dass wir in diesen Formen einen embryonalen Typus der Niere sehen müssen.

sammt den darin liegenden Venenanhängen für das Aequivalent der Gasteropodenniere ansehen, und dann würde die Homologie noch dadurch vervollständigt, dass die von den Seitenzellen aus in die venösen Hohlräume bestehenden Communicationen den Verbindungen der Gasteropodenniere mit dem Pericardialsinus entsprächen, sowie die röhrigen Ausführgänge der Seitenzellen gleichbedeutend wären mit dem Ausführgange jener Nieren.

Bezüglich der Contractionsfähigkeit reihen sich die Venenanhänge an die analogen Gebilde der Pteropoden und Heteropoden, und es müssen auch die Kiemenherzen mit in die Reihe dieser Organe gezogen werden, da auch in ihren Wandungen nach v. Hessling Ausscheideproducte nachgewiesen werden konnten. —

Zu der Reihe der Excretionsorgane müssen noch einige Apparate gezählt werden, die zwar weder morphologisch, noch auch bezüglich ihrer speciellen Function den vorhin aufgezählten zur Seite gesetzt werden können. Es sind dies solche, die nur die allgemeine Function der Absonderung mit jenen gemein haben, in ihrem eigentlichen Werthe jedoch noch unbekannt sind.

Ausser den bei den Integumenten abgehandelten Drüsenorganen sind es vorzüglich die Tintenbeutel der Cephalopoden, deren hier gedacht werden muss. Es sind dies längliche, im Eingeweidesacke eingeschlossene Schläuche, welche einen verschieden langen Ausführgang nach vorne senden und ihn parallel mit dem Rectum verlaufen lassen, wo er entweder hinter dem After oder auch noch in das Rectum ausmündet. Ein Tintenbeutel fehlt den Tetrabranchiaten, ist dagegen bei allen Dibranchiaten vorhanden und kam auch den fossilen Belemniten zu. Der Körper des Tintenbeutels wird von einem maschigen Gewebe gebildet, welches eine verhältnissmässig kleine Höhle frei lässt, in der sich die eigenthümliche schwarze Flüssigkeit, das Secret des Tintenbeutels, ansammelt. —

Von anderen Drüsenorganen, die wir hier beifügen weil ihnen unter dem übrigen Organsysteme nicht wohl eine passende Stelle angewiesen werden kann, ist noch die sogenannte Fussdrüse der Helicinen und Limacinen zu erwähnen. Sie besteht aus einem die Länge des Fusses durchziehenden Hauptcanale, der zu beiden Seiten mit traubigen Drüsenläppchen besetzt ist und sich vorne, dicht unter dem Munde öffnet. Ihr Secret ist schleimiger Natur.

§. 35.

Organe der Fortpflanzung.

Die Geschlechtsverhältnisse der Mollusken zeigen eine so reiche Mannichfaltigkeit, sowohl in der allgemeinen Entwickelung als in der specielleren Ausführung, wie dies in keiner anderen Abtheilung des

Thierreichs getroffen wird. Sowohl jene niederen Bildungen, die nur in der Entwickelung von Geschlechtsproducten bestehen und ähnlich wie bei den Cölenteraten besonderer Einrichtungen entbehren, als auch die complicirtesten Organgruppen sind in dieser Abtheilung vertreten. Schon daraus kann ersehen werden, dass die Erkenntniss eines allgemeinen Planes, nach welchem die bei der Fortpflanzung thätigen Organe gebaut wären, auf beträchtliche Schwierigkeiten stösst. Sie ist in der That bis jetzt unmöglich, wenn man nicht in negativen Verhältnissen, nämlich in der fast durchgehends bestehenden Assymmetrie der betreffenden Organe, ein alle Molluskenclassen verbindendes Merkmal zu erkennen sich bescheiden will.

Sehr verbreitet findet man hermaphroditische Einrichtungen, die meist darauf beruhen dass für männliche und weibliche Producte eine und dieselbe Keimstätte besteht. Samen und Eier werden dann in demselben Organe gebildet und entweder auf demselben Wege oder auf verschiedenen Bahnen nach aussen geführt. Solche Organe werden als »Zwitterdrüsen« bezeichnet. Eine weitere, die Trennung der Function anbahnende Erscheinung gibt sich in der Selbständigkeit der Keimstätten zu erkennen, so dass zwar noch beiderlei Geschlechter in einem Individuum vertreten sind, allein jedes Geschlecht seine besonderen Organe besitzt, die vielleicht nur die Ausmündestelle gemeinschaftlich haben. Der nächste Schritt zu einer höheren Bildung führt zu einer wirklichen Trennung der Geschlechtsorgane, einer Vertheilung derselben auf verschiedene Individuen. Diese Zustände geben sich nicht fortlaufend in der Reihe der Mollusken zu erkennen, sondern erscheinen fast in jeder Classe in ihren verschiedenen Graden.

Wenn wir die Bildungsreihe der Geschlechtsapparate betrachten und besonders die complicirenden Umstände berücksichtigen, insofern sie einer höheren Entfaltung entgegenführen, müssen wir die Bryozoen zum Ausgangspuncte wählen, denn hier entstehen Samen- oder Eiermassen nur an bestimmten Stellen des Körpers und lassen nur eine Localisirung, nicht aber eine Organisation der Geschlechtsverhältnisse erkennen. Auch bei den Tunicaten sind Organe nur in beschränkter Weise ausgebildet; doch sind sowohl für weibliche als auch für männliche Apparate Ausführgänge vorhanden, die jedoch seltener bis an die Oberfläche des Körpers treten, sondern ihre Stoffe noch in Theile der Leibeshöhle entleeren. Daran schliessen sich jene Lamellibranchiaten, bei denen eine geschlossene Athemhöhle besteht, die nur durch Siphonen mit dem umgebenden Medium in Verbindung ist. Auch hier führen die wenig entwickelten Ausführgänge der Zeugungsdrüsen nicht direct an die Oberfläche, sondern die fernere Ausleitung der Zeugungsstoffe erscheint den Siphonen übertragen. Aber auch jene Lamellibranchiaten, deren Mantel keine Verwachsungen zeigt, besitzen nur wenig entwickelte Ausführcanäle der Geschlechtsdrüsen. Dagegen treffen wir in den Cephalophoren überall reichlich entfaltete Ausführgänge an. Bei bestehender Zwitterbildung

sind sie entweder einfach für beiderlei Producte, oder scheiden sich in männliche und weibliche Wege ab. Erweiterte Stellen der Ausführgänge dienen als Behälter für Samen und Eier, Samenblasen und Uterus darstellend. Die Länge der Wege ruft häufig Windungen hervor, und es fügen sich ihnen dann noch accessorische Organe an, deren Verrichtung in der einfacheren Bildung von den Wandungen der Ausführgänge selbst versehen wird. Am Ende der männlichen Organe treten Drüsen auf, deren Producte dem Samen sich beimischen (Prostatadrüsen), oder es bilden sich blindsackartige Ausstülpungen, in welchen der Same nicht allein aufbewahrt, sondern noch mit besonderen Kapseln umgeben wird (Needham'sche Taschen der Cephalopoden). Der letzte Abschnitt des Ausführganges der männlichen Organe kann häufig ausstülpbar werden und so zur Bildung eines Begattungsorganes beitragen, während wir das letztere in den höheren Formen als selbständiges Organ, oft sogar entfernt von der Geschlechtsöffnung, antreffen (viele Kammkiemer). Was die Differenzirung der weiblichen Organe angeht, so gliedert sich der anfänglich einfache Ausführgang der Zeugungsdrüse in eine Reihe verschieden functionirender Abschnitte. Der ursprünglich als eine einfache Erweiterung des Eileiters erscheinende Uterus bildet vielfache Ausbuchtungen und kann auch in Fällen als ein eigener Anhang des Eileiters erscheinen. Seine Wandungen erlangen eine drüsige Beschaffenheit und sondern ein die Eier umhüllendes Secret ab: oder es geht auch diese Function auf ein besonderes in den Uterus einmündendes Organ über (Eiweissdrüse der Schnecken). Der letzte Abschnitt des Eileiters stellt die Scheide dar, vom Uterus durch beträchtlichere Enge unterschieden. Auch an ihr treten neue Organe auf: taschenartige Ausbuchtungen zur Aufnahme des Begattungsorganes, oder auch ein blasenförmiger Anhang, in welchem der bei der Begattung übertragene Samen aufbewahrt wird. Auch können nochmals Drüsenorgane mit der Scheide verbunden sein, oder doch in der Nähe der weiblichen Geschlechtsöffnung sich finden. Sie erscheinen schon bei Gasteropoden, und sind bei Cephalopoden am meisten entwickelt.

Für die einzelnen Classen der Mollusken haben wir folgende speciellere Verhältnisse zu berücksichtigen:

Die Bryozoen beginnen auch hier mit der niedersten Bildung Die Geschlechtsproducte entwickeln sich entweder an der Innenfläche der Körperwandung aus einfachen Zellenhaufen, welche entweder Samenelemente oder Eier aus sich hervorgehen lassen; oder sie entstehen an einem vom Darmcanale zur Innenwand des Körpers verlaufenden Strange, in der Regel am Ende desselben. (Fig. 86. *x*.) Nicht selten finden sich zwei solche Stränge, ein vorderer und hinterer, vor. Die reifen Zeugungsstoffe gerathen in die Leibeshöhle und werden von hier aus durch die schon früher erwähnte Communicationsöffnung in das umgebende Wasser entleert. Beiderlei Geschlechter scheinen in der Regel in einem

Individuum vereinigt, und es sind dann nur die Keimstätten von einander getrennt*).

Zu den hermaphroditischen Mollusken zählen auch die **Tunicaten**. Unter diesen reihen sich die Appendicularien darin an die Bryozoen an, dass männliche und weibliche Organe der besonderen Ausführgänge entbehren. Es erscheinen diese Theile sogar dicht neben einander gelagert. Bei den übrigen Tunicaten bestehen Ausführgänge, die in die Leibeshöhle sich öffnen. Einen eigenthümlichen Bau zeigt der Eierstock der **Salpen**. Es bildet sich bei diesen Thieren nämlich nur ein einziges Ei auf einmal, welches, von einer Hülle umgeben, mit der zunehmenden Reife sich immer weiter von dem Orte seiner Entstehung entfernt und damit nur durch eine stielartige Verlängerung der Hülle in Verbindung steht. Die ungeschlechtlichen Formen der Salpen (sowie jene von *Doliolum*) sind behufs der Fortpflanzung mit einem Keimstocke versehen, an welchem durch Sprossenbildung Ketten neuer, bei den Salpen wiederum geschlechtlicher Individuen hervorsprossen. Die letzteren sind fast immer zu einer einfachen oder doppelten Kette vereinigt, und werden als solche nach aussen geboren. Bei *Doliolum* dagegen ist der Keimstock ein äusserer, und erscheint als ein über die Auswurfsöffnung des Körpers sich verlängernder Fortsatz, an welchem die einzelnen Thiere getrennt von einander entstehen. Bei vielen **Ascidien**, so z. B. den zusammengesetzten, entleert der traubenförmige Eierstock (Fig. 100. *o*) seine Producte direct in die Leibeshöhle. Bei anderen ist er mit einem deutlichen Eileiter versehen, der in der Nähe der Auswurfsöffnung ausmündet. Die männlichen Organe bestehen aus einer Anzahl einfacher oder verästelter Hodenschläuche (Fig. 100. *t*), die sich zu einem gemeinsamen *vas deferens* (*v. d*) vereinigen und, mit dem Rectum verlaufend, bei den **Ascidien** in die Auswurfshöhle, bei den **Salpen** in den jener analogen hinteren Abschnitt der Leibeshöhle ausmünden.

Auch die **Brachiopoden** sind hermaphroditisch und mit verästelten, aber doppelt vorhandenen Zeugungsdrüsen versehen.

Fig. 100.

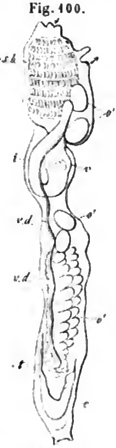


Fig. 100. Organisation einer Ascidie (*Amaroucium proliferum*). *sb*. Kiemensack. *v*. Magen. *i*. Darm. *c*. Herzschlauch. *t*. Hoden. *vd*. Ausfuhrgang des Hodens. *o*. Ovarium. *o'* Eier in der Leibeshöhle. Die Pfeile bedeuten die Strömung des Wassers an den Körperöffnungen. (Nach Milne-Edwards.)

*) Ungeachtet zahlreicher neuerer Untersuchungen bestehen bezüglich der Geschlechtsverhältnisse der Bryozoen differente Ansichten, indem van Beneden annimmt, dass einzelne Individuen derselben Colonie hermaphroditisch, andere getrennten Geschlechtes sind, während Allman einen durchgehenden Hermaphroditismus statuirt.

Bei den Lamellibranchiaten erscheinen reichlich gelappte Drüsenorgane, die im Eingeweidesacke, auch im Fusse und sogar im Mantel sich verzweigen können, als Hoden und Eierstöcke. Sie umhüllen meist dicht die übrigen Organe namentlich den Darmcanal, sind auch von der Leber oft schwer zu trennen. Die Form dieser Organe ist die gleiche, mögen die Thiere Hermaphroditen oder getrennten Geschlechtes sein. Im ersteren Falle ergeben sich einige Verschiedenheiten, insofern die Geschlechtsdrüse noch keine anatomische Trennung eingegangen ist und als Zwitterdrüse erscheint; Samen- und Eiermassen bilden sich in denselben Follikeln und werden auf demselben Wege nach aussen entleert (*Ostrea*); jedoch findet die Erzeugung der Producte, wie aus neuern Untersuchungen *) hervorgeht, nicht zu gleicher Zeit statt, sondern es functioniren dieselben Organe abwechselnd als Eierstöcke oder Hoden, ein Verhältniss, welches auch bei den Schnecken in ähnlicher Weise getroffen wird, oder es sind in demselben Individuum beiderlei Organe vorhanden, aber räumlich von einander getrennt. Hoden und Eierstöcke besitzen dann besondere Ausführgänge, die nach kurzem Verlaufe in die Mantelhöhle sich öffnen (*Cyclas*, *Pecten*, *Clavagella*). Die symmetrische Lagerung der paarig vorhandenen Organe besteht auch bei den getrennt geschlechtlichen Lamellibranchiaten, bei welchen die Geschlechter nur durch die Zeugungsproducte unterscheidbar sind **).

Unter den Cephalophoren haben wir als Hermaphroditen alle Pteropoden, sowie von den Gasteropoden die Abranchiaten und Gymnobranchiaten, dann die Pleurobranchiaten und Pulmonaten anzuführen. Fast bei allen diesen werden Eier und Same in demselben Organe, der Zwitterdrüse, erzeugt. Nur wenige, wie *Actaeon*, bilden eine Ausnahme, indem hier ein besonderer Hoden und Eierstock besteht, welche nur durch die Ausführgänge unter einander in Verbindung sind ***). Die Verhältnisse der Zwitterdrüse sind sehr mannichfaltiger Art. In allen Fällen setzt sie sich aus zahlreichen Läppchen (Fig. 101. *A*. *B*) zusammen, welche an ihren äussersten blinden Enden Eikeime bilden (*a*), indess entfernter vom Ende Samenmassen entstehen (*b*). Diese Stellen sind jedoch nicht von einander getrennt; es ist vielmehr der gemeinsame Hohlraum eines Läppchens, als Bildungsstätte der verschiedenen Producte anzusehen. Es sind somit die auf Epithelialbildungen zurück-

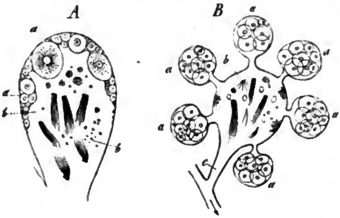
*) Vergl. Davaine, ***Mémoire sur la génération des huitres. Paris*** 1853.

**) Mit dem weiblichen Geschlechtsapparate stehen bei manchen Blattkiemern, z. B. den Flussmuscheln, die äusseren Kiemen in engerer Beziehung, indem deren Binnenraum die aus der Geschlechtsöffnung ausgetretenen Eier aufnimmt und dieselben bis zur Entwickelung der Jungen beherbergt. Es erscheinen die Kiemen dann dicht mit Eiern gefüllt.

***) Hoden und Eierstöcke stellen hier reichlich verästelte Organe vor, die mit ihren Verzweigungen einander begleiten und sogar in die mantelartige Ausbreitung des Körpers sich fortsetzen. Der lange, dünne Ausführgang, der aus der Vereinigung sämmtlicher Hodenbläschen hervorgeht, bildet an einer Stelle eine Samenblase. Mit dem Ausführgange verbindet sich noch eine gleichfalls viel verästelte Drüse.

führbaren Zellen, welche an der einen Stelle zu Eiern sich gestalten, an der andern Samenfäden hervorgehen lassen. Doch scheint diese doppelte Production in der Regel keine gleichzeitige zu sein, so dass dasselbe Läppchen oder dieselbe Drüse in dem einen Falle Eier, in dem anderen Sperma hervorbringt. Eine Differenzirung gibt sich an den Läppchen dadurch zu erkennen, dass die eibildenden Theile Ausstülpungen vorstellen (Fig. 101. *B. a*), welche dann an dem samenerzeugenden mittleren Theile rosettenförmig gruppirt sind und so immer wie secundäre Acini sich verhalten. Die Vereinigung der einzelnen Läppchen unter einander begründet verschiedene Formverhältnisse der Zwitterdrüse; so kann jedes Läppchen seinen eigenen Ausführgang besitzen und die gesammte Drüse erscheint als ein reich verästeltes Organ (Gymnobranchiaten); oder die Acini münden, reihenweise gestellt, an einer Seite eines Ausführganges, wie bei einigen Pteropoden (*Cymbulia, Tiedemannia*); oder sie gruppiren sich in traubenförmige oder lappige Drüsenmassen, die entweder in der Mehrzahl erscheinen (*Phyllirhoë*), oder eine einzige mehr oder minder compacte Drüse vorstellen (einige Pteropoden, wie *Pneumodermon, Hyalea*, dann die Pleurobranchiaten und Pulmonaten).

Fig. 101.



Hinsichtlich der Ausführgänge lassen sich bei den mit einer wirklichen Zwitterdrüse versehenen Cephalophoren folgende verschiedene Einrichtungen erkennen:

1) Es besteht ein gemeinschaftlicher Ausführgang für Samen und Eier, der somit *vas deferens* und Eileiter vorstellt und von der Zwitterdrüse an bis zur Geschlechtsöffnung beiderlei Producte führt (Fig. 103. *v. e*). Als Uterus erscheint nur eine blindsackartige Ausbuchtung (*d*), welche zugleich auch zur Aufnahme des Begattungsorganes dient. An der Geschlechtsöffnung tritt der Same entweder direct auf das daneben liegende Begattungsorgan über, oder er wird bei entfernterem Ursprunge des letzteren durch eine wimpernde Rinne diesem zugeleitet. Alle Pteropoden, dann einige Pleurobranchiaten, wie z. B. *Aplysia*, sind mit dieser Einrichtung versehen.

2) Die Ausführgänge der Zwitterdrüse sind nur eine Strecke weit gemeinsam (Fig. 102. *v. e*). In einiger Entfernung von der Zwitterdrüse

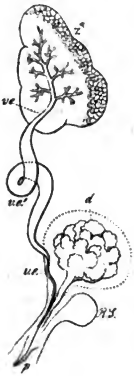
Fig. 101. Zwitterdrüsenfollikel von Gasteropoden. *A*. Von *Helix hortensis*. Die Eier *a, a*. entstehen an der Wand des Follikels, nach innen zu bilden sich Samenmassen *b*. *B*. Von *Aeolidia*. Die samenbereitende Abtheilung (*b*) eines Follikels ist ringsum mit Eiersäckchen (*a*) besetzt. *c*. Gemeinschaftlicher Ausführgang.

tritt eine Differenzirung dieser Wege auf. Durch eine buchtige Erweiterung wird ein Uterus (*u*) hergestellt, der sich in verschiedener Länge am Ausführgange fortsetzen kann, während als Samenleiter eine in die Wandungen dieses Uterus eingegrabene rinnenförmige Vertiefung besteht, welche, früher oder später den Uterus verlassend, sich als selbständiger Canal (*v. d*) zur Ruthe (*p*) begibt. Es dient in diesem Falle also auch noch ein Abschnitt des Uterus zur Fortleitung des Samens: doch sind Vorrichtungen vorhanden, welche den rinnenförmigen Halbcanal innerhalb des Uterus gegen die Höhle des letzteren hin abschliessen können. Es ist also der ganze buchtige Hohlraum des Uterus, sowie die aus ihm sich fortsetzende Scheide ausschliesslich zur Aufnahme und Ausleitung der Eier bestimmt. Repräsentanten dieser Anordnung sind die Lungenschnecken.

Fig. 102.



Fig. 103.



3) Aus der vorigen Form hervorgehend ist jene Anordnung anzuführen, bei der Eileiter und *vas deferens* nur bis zum Uterus hin einen gemeinschaftlichen Canal vorstellen, so dass die Vereinigung der Ausführgänge nur eine kurze Strecke weit stattfindet. Das *vas deferens* trennt sich vor dem Uterus und verläuft als selbständiger Canal zum Grunde der Ruthe. Der Eileiter dagegen tritt in den faltigen oder buchtig erweiterten Uterus, der mit einem Scheidencanal ausmündet. Bei den Abranchiaten und Gymnobranchiaten finden sich diese Einrichtungen repräsentirt.

Die mit den Ausführgängen in Verbindung stehenden Organe sind entweder blosse Ausbuchtungen, oder blindsackartige Bildungen der Wandung, wie wir schon vorhin den Uterus anführten; sie haben dann die Function, die Zeugungsstoffe in sich anzusammeln oder aufzubewahren. Andere Anhangsgebilde sind drüsiger Natur und liefern ein bei den

Fig. 102. Geschlechtsapparat von **Helix hortensis**. *z*. Zwitterdrüse. *ve*. Gemeinschaftlicher Ausführgang. *u*. Uterus. *E. d*. Eiweissdrüse. *d, d*. Getheilte Anhangsdrüsen. *pc*. Pfeilsack. *R. s*. *Receptaculum seminis*. *vd*. Ausführgang des Samens. *p*. Ruthe. *fl*. Peitschenförmiger Anhang derselben.

Fig. 103. Geschlechtsorgane von **Pneumodermon**. *z*. Zwitterdrüse. *ve*. Gemeinschaftlicher Ausführgang. *ve'* Erweiterung desselben. *p*. Ruthe. *R. s*. *Receptaculum seminis*. *d*. Anhangsdrüse.

Geschlechtsverrichtungen zu verwendendes Secret. Man hat sich diese verschiedenen Bildungen nicht immer als discrete Organe zu denken, denn sowohl in der äusseren Form als auch in der Verrichtung findet man die mannichfaltigsten Combinationen und Uebergänge zwischen blossen Ausbuchtungen und wirklichen drüsigen Bildungen vor.

Als sehr verbreitet vorkommende accessorische Organe dürften folgende als von besonderer Wichtigkeit hervorzuheben sein. Eine rundliche oder birnförmige, mit kürzerem oder längerem hohlem Stiele der Scheide inserirte Blase, welche bei der Befruchtung den Samen aufnimmt, erscheint als Befruchtungstasche, das *Receptaculum seminis*. (Fig. 102. 103. *R. s.*) Dieses bei den hermaphroditischen Schnecken sehr verbreitete Organ modificirt sich durch die Erweiterung seines dann immer auch verkürzten Stieles zu einer nicht blos das Sperma, sondern auch die Begattungsorgane während der Copula aufnehmenden Tasche, wie dies bei vielen Pteropoden, z. B. den Hyaleen, der Fall ist. Als eine ähnliche, aber viel umfangreichere und kürzere Tasche erscheint bei den Pteropoden der mit faltigen Drüsenwänden versehene Uterus. Bei den übrigen Zwitterschnecken besteht der Uterus (Fig. 102. *u*), wie oben bereits angedeutet, immer aus einer dichten Reihenfolge von Ausbuchtungen, an deren Innenfläche zahlreiche Falten vorspringen: so namentlich bei den Pulmonaten. Sehr kurz und nur wenig von dem folgenden Abschnitte, der Scheide, unterschieden ist der Uterus vieler Pleurobranchiaten und Gymnobranchiaten. In den Uterus mündet mit kurzem Ausführgange die schon früher erwähnte »Eiweissdrüse.« Sie ist von länglicher, zungenförmiger, oder von rundlicher Gestalt und liefert ein zur Umhüllung der Eier dienendes Secret. Bei den Pteropoden, denen sie als gesondertes Organ fehlt, wird ihre Function durch die Wandungen des Uterus vollzogen. Die blinddarmartigen Anhänge, welche bald nahe an der Geschlechtsöffnung angebracht sind, bald in die Scheide einmünden, oder auch mit dem *Receptaculum seminis* verbunden sein können, sind namentlich bei den Helicinen beträchtlich entwickelt, und erscheinen hier als paarige, fingerförmig gelappte oder einfache Schläuche (Fig. 102. *d. d*), die an der Einmündungsstelle eines eigenthümlichen Apparates mit der Scheide verbunden sind. Der letztere ist als eine musculöse, dickwandige Blindsackbildung (Fig. 102. *p. s*) des Scheidencanals, in deren Grund eine conische Papille vorspringt, die ein spitzes kalkiges Organ, den sogenannten »Liebespfeil,« aufsitzen hat. Es wird dies Organ bei der Begattung hervorgedrängt und dürfte wohl als Stimulationsapparat anzusehen sein.

Ganz analoge Organe, wie sie für den weiblichen Theil des hermaphroditischen Geschlechtsapparates angegeben sind, kommen auch dem männlichen zu und erscheinen in der einfachsten Form als erweiterte Stellen oder Blindsackbildungen zur Aufnahme des Sperma. Solche Erweiterungen sind am gemeinschaftlichen Ausführgange (Fig. 103. *v. c'*) der Zwitterdrüse bei den Pteropoden vorhanden, und die Möglichkeit ihrer

Function als Samenblasen wird durch die abwechselnde Thätigkeit der Zwitterdrüse, die bald nur Eier, bald nur Sperma producirt, hinreichend erklärt. Wo eine solche Erweiterung fehlt (*Tiedemannia*), wird das Sperma von einem blinddarmartigen Anhange des Ausführganges aufgenommen. Auch bei vielen Gasteropoden ist am *vas deferens* eine solche Samenblase angebracht, oder es wird durch die Länge des Canals bei gleich weitem Lumen die Aufnahme einer grösseren Quantität auch ohne Samenblasen möglich gemacht. Ausserdem kommen an verschiedenen Stellen des *vas deferens* besondere, den Vorsteherdrüsen vergleichbare Drüsenanhänge vor, die ihr Secret dem Samen beimischen.

Die Begattungsorgane der Zwitterschnecken werden immer von einem ausstülpbaren Penis gebildet, der entweder von dem Endstücke des *vas deferens* durchsetzt wird und im Ruhezustande frei in die Leibeshöhle ragt, oder ohne Zusammenhang mit dem *vas deferens* in einer besonderen Tasche geborgen wird. Die Oeffnung, aus welcher die Ruthe sich hervorstülpt, liegt zumeist in der Nähe der weiblichen Geschlechtsöffnung, wie bei den Hyaleen unter den Pteropoden, wo mit Ausnahme von *Pneumodermon* der Penis als ein beträchtlich grosses, aus der Ruthentasche hervorstülpbares Organ neben der Scheidenöffnung zu finden ist. Bei *Pneumodermon* wird er durch eine conische Papille (Fig. 103. *p*) vorgestellt, die noch innerhalb der Geschlechtsöffnung liegt. Es besteht somit hier eine Geschlechtscloake, indem beiderlei Genitalorgane eine gemeinsame Ausmündestelle besitzen. Eine solche ist auch bei vielen Pulmonaten (den Helicinen, Limacinen), Abranchiaten und Gymnobranchiaten meist an der rechten Seite des Halses, nicht selten dicht hinter dem Fühler angebracht, während bei den Lymnaeen die Mündung des Penis über der weiblichen Genitalöffnung an der linken Seite des Nackens vorhanden ist. Weit von der gemeinsamen Genitalöffnung entfernt mündet der Penis bei einem Theile der Pleurobranchiaten (*Aplysia*, *Bulla*, *Bullaea* u. s. w.), und hier ist es, wo eine wimpernde Rinne den aus der Geschlechtsöffnung hervortretenden Samen zum Begattungsorgane führt. Die Form des letzteren ist nach dessen Beziehungen zu dem *vas deferens* eine verschiedene. Bald stellt die Ruthe einen einfachen Cylinder vor, oder erscheint gekrümmt, am freien Ende mit einem Knopfe versehen, oder auch spiralig gewunden. Im Innern ist er entweder vom *vas deferens* durchsetzt, oder seine Höhle steht mit dem Leibescavum in offener Verbindung, in welchem Falle dann die Hervorstülpung und die mit dieser stattfindende Erection zum Theile durch die Blutflüssigkeit, zum Theile durch die Thätigkeit seiner eigenen Musculatur zu Stande kommt. Die oft sehr beträchtliche Schwellung des Begattungsorganes ist in jenen Fällen durch die Blutflüssigkeit bewerkstelligt, wo eine besondere Ruthentasche fehlt. Am Ende der Ruthe findet man bei vielen Arten der Helicinen einen geisselförmigen Fortsatz, das sogenannte Flagellum (Fig. 102. *fl.*), welches bei eingestülpter Ruthe frei in die Leibeshöhle ragt und zum Theile schon vom *vas deferens* durchsetzt wird. Es wird auch dies Ge-

bilde bei der Begattung mit ausgestülpt, stellt somit einen Theil des Penis vor. — Als Rückzieher der hervorgestreckten Begattungsorgane wirken besondere Muskeln. die sich bald in das hintere Ende, bald näher der Wurzel des Penis inseriren und in der Regel Zweige des allgemeinen Retractors sind. (Siehe oben bei der Musculatur.)

Getrennten Geschlechtes sind fast sämmtliche Ctenobranchiaten, die Dentalien, unter den Lungenschnecken die Cyclostomen, und endlich alle Heteropoden. Die Geschlechtsorgane der männlichen und weiblichen Individuen zeigen eine grosse Uebereinstimmung im allgemeinen Plane, so dass oft nur das Vorkommen von Begattungsorganen bei den Männchen wesentliche Unterschiede bildet. Männliche wie weibliche Keimdrüsen liegen, wie die Zwitterdrüse vieler hermaphroditischen Cephalophoren, zwischen der Leber versteckt, oder doch in der Nähe dieses Organes. Hiervon dürfte *Chiton* ausgenommen sein, bei welcher Gattung die Keimdrüse sich über die anderen Organe ausbreitet *).

Was zuerst die weiblichen Organe angeht, so entspringt aus dem Eierstocke ein in der Regel gewundener Oviduct, der sich gegen den Enddarm wendet, um dort unter buchtiger Erweiterung einen Uterus darzustellen. Von diesem geht dann eine kurze Scheide zu der in der Nähe des Afters befindlichen Geschlechtsöffnung. — Accessorische Organe sind bei den getrenntgeschlechtlichen Cephalophoren nur wenig verbreitet. Unter den Kammkiemern sind sie nur bei *Paludina* **) näher bekannt und bestehen aus einer langgestreckten Samentasche, die in das Ende des sackartigen Uterus einmündet, mit welchem auch der Ausführgang einer Eiweissdrüse verbunden ist. Bei den Heteropoden ist nur die Samentasche vorhanden, entweder dem Ende des Uterus angefügt (*Atlanta*), oder vor dem Uterus mit der Scheide verbunden (*Pterotrachea*).

Bei den männlichen Organen erscheint der Ausführgang (*vas deferens*) zuweilen mit einer Anschwellung versehen, so dass er, wie der gemeinschaftliche Ausführgang der Zwitterdrüse bei den Pteropoden, zugleich als Samenblase functionirt. Diese einfachen Verhältnisse treffen sich bei den Heteropoden, denen auch accessorische Drüsenorgane abgehen. Das Ende des *vas deferens* mündet entweder auf der Oberfläche des Körpers rechterseits nach aussen und ist dann durch einen auf der Oberfläche des Körpers eine Strecke weit verlaufenden flimmernden Halbcanal mit dem Begattungsorgane verbunden, oder es setzt sich direct auf das Begattungsorgan fort, theils die Länge desselben als ge-

*) Es ist auch *Chiton* durch die doppelten Ausführgänge seiner Keimdrüse von den übrigen Cephalophoren abweichend. Jederseits geht ein *vas deferens* oder ein Eileiter hervor und öffnet sich hinten zwischen Mantel und Fuss nach aussen.

**) Bei *Paludina vivipara* ist Hoden und Eierstock auffallend verschieden gebildet, indem ersterer als eine zweilappige Drüse erscheint, letzterer nur durch einen einfachen, unverästelten Canal dargestellt wird.

schlossener Canal durchsetzend, theils an der Basis des Begattungsorganes sich öffnend, von wo aus dann eine Halbrinne sich über letzteres hinzieht. Begattungsorgane kommen bei allen Ctenobranchiaten vor, auch bei den Heteropoden und den Cyclostomiden. Sie bestehen aus einem fleischigen, breiten, an der Spitze häufig gekrümmten Körper, der rechterseits am Leibe hervorragt oder auch am Kopfe an der Basis des rechten Fühlers getroffen wird. Nur bei wenigen ist die Ruthe einziehbar, hierdurch also von dem gleichen Gebilde der Zwitterschnecken unterschieden. Sie wird entweder der Länge nach von dem gewundenen Endstücke des *vas deferens* durchbohrt, z. B. *Buccinum*, oder das *vas deferens* mündet an der Basis der Ruthe, oder auch entfernter davon. In diesen Fällen geht von der Geschlechtsöffnung aus eine wimpernde Rinne, entweder nur bis zur Basis der Ruthe (z. B. *Murex*), oder auf dieselbe sich fortsetzend (z. B. *Dolium*, *Harpa*, *Strombus* u. a.). Eine solche Rinne verläuft auch bei den Heteropoden von der in der Nähe des Afters gelegenen Ausmündung des *vas deferens* zu den Begattungsorganen hin. Zur vollständigen Ueberleitung des Sperma vermag sich die Ruthe in vielen Fällen der Länge nach zusammenzubiegen und formirt dann einen mehr oder minder vollständig geschlossenen Canal.

Mit dem Begattungsorgane sind nicht selten Drüsen verbunden, deren Secret bei der Copula entleert wird und wahrscheinlich zu einer innigeren Vereinigung dient. Solche Drüsen finden sich am Seitenrande der Ruthe von *Littorina*, kommen auch bei den Heteropoden vor, jedoch hier nicht mit dem eigentlichen, die Uebertragung des Samens besorgenden Ruthenstücke, sondern mit einem cylindrischen, der Ruthenbasis ansitzenden Anhange verbunden.

Unter den Cephalopoden sind stets getrennte Geschlechter beobachtet, und männliche wie weibliche lassen in der allgemeinen Anordnung einige Uebereinstimmung unter einander erkennen. Was zuerst die weiblichen Geschlechtsorgane betrifft, so wird der Eierstock durch eine gelappte Drüse gebildet, die von einem besonderen Sacke umhüllt und nur an einer Stelle mit demselben verbunden ist. Die Eier bilden sich in der Weise, dass immer die reiferen der Oberfläche zunächst gelagert erscheinen. Der Ausführgang (Eileiter) ist in der Regel nur in einfacher Zahl vorhanden. Nur bei den Octopoden und bei *Loligo sagittata* findet es sich doppelt (Fig. 93. *od. od.*), woraus man vielleicht auf eine dem Plane nach allgemeine Duplicität des Eileiters schliessen kann, so dass bei den übrigen einer der Eileiter verkümmert und nur der linke entwickelt ist. Der Eileiter geht nicht direct aus dem Eierstocke hervor, sondern entspringt aus dem Ovarialsacke, so dass die Eier erst in letzteren gerathen müssen, um in den einer *Tuba Fallopii* analogen Ausführgang gelangen zu können. Die Ausmündung des Eileiters ist in der Regel in dem Anfange des Trichters; nur bei denen, deren Männchen mit einem Begattungsarme versehen sind, ist sie weit nach hinten unter die Kiemen gerückt. Im Verlaufe des Oviducts zeigt seine Wandung bei den Octopoden einen

ringförmigen Drüsenbeleg aus radial gestellten Schläuchen. Bei den übrigen Cephalopoden findet sich dieser Drüsenbeleg entweder am ganzen Eileiter (*Nautilus*), oder er ist weit nach vorne bis nahe an die Mündung gerückt' (Loliginen). Zu dem weiblichen Geschlechtsapparate gehören auch noch einige Drüsenorgane, die mit dem Eileiter in keiner anatomischen Verbindung stehen. Es ist dies ein Paar länglicher Schläuche von blättriger Structur, die auf der Bauchseite des Thieres liegen und ihre kurzen Ausführgänge zur Seite der Geschlechtsöffnung münden lassen. Man bezeichnet diese Organe als »Nidamentaldrüsen.« Ihr Secret hat wohl seine Bedeutung in dem Zusammenkitten der Eier, welch' letztere bei den meisten Cephalopoden in traubenförmige Gruppen vereinigt abgesetzt werden. Vor den Nidamentaldrüsen trifft man noch ein Paar kleinere, aus dicht gewundenen Schläuchen bestehende Drüsenorgane, die wohl mit den vorigen eine ähnliche Function besitzen. Bei dem männlichen Geschlechte wird der Hoden (Fig. 104. *t.*) von einer ähnlichen Peritonealkapsel (*c*) umgeben, wie sie vorhin vom Ovarium beschrieben ward. Er besteht aus einer Menge mehrfach verästelter, büschelförmig gruppirter Blindschläuche, welche gleichfalls an der umhüllenden Kapsel befestigt sind, so dass auch hier die Keimstoffe aus der Drüse erst in die Kapsel gelangen, um in das aus letzterer sich fortsetzende *vas deferens* überzugehen. Dieses ist ein vielfach gewundener, anfänglich enger, dann weiter werdender Canal (Fig. 104. *ve'*.), der an seinem letzten Abschnitte, wie bei vielen Cephalophoren, die Bedeutung einer Samenblase trägt. In die Wandungen des erweiterten Abschnittes sind Drüsen eingebettet und in manchen Fällen wird ein Theil der Wandung zu einem grösseren Drüsenorgane umgestaltet, so dass dann der genannte Theil seine Bedeutung als Samenblase aufgibt. Bei verschiedenen Octopoden finden sich statt der nur drüsigen Erweiterung zwei discrete Drüsenanhänge, während bei *Nautilus* das ganze gewundene *vas deferens* von einer ziemlich beträchtlichen Drüsenmasse umgeben wird. Man kann alle diese drüsigen Bildungen, mögen sie einfach in die Wandungen eingebettet sein, oder als besondere Organe dem *vas deferens* ansitzen, mit einer Prostatadrüse vergleichen, deren Secret dem Sperma sich beimischt und zur Herstellung eigenthümlicher Samenschläuche dient. Aus dem Ende des drüsigen Abschnittes geht das *vas*

Fig. 104.

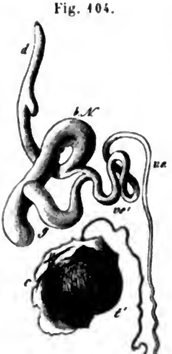


Fig. 104. Männliche Geschlechtsorgane von *Octopus*. *t.* Hoden. *c.* Hodenkapsel. *ve.* Ausführgang. *ve'.* Erweiterung als Samenblase dienend. *g.* Anhangsdrüse. *b. N.* Needhamsche Tasche.

deferens, enger geworden, zur linken Seite des Körpers und tritt entweder in ein papillenförmiges Begattungsorgan, oder mündet an der Basis eines solchen nach aussen. In letzterem Falle ist die Oberfläche des Penis mit einer Längsfurche ausgestattet. Bei *Nautilus*, dessen männliche Geschlechtsorgane von denen der übrigen Cephalopoden nicht wesentlich abweichen, ist der sehr musculöse Penis in der Medianlinie des Bauches angebracht.

Der Samenleiter bildet vor seiner Ausmündung in der Regel noch eine taschenartige Ausbuchtung, welche zur Aufbewahrung der Samenschläuche dient und als *Bursa Needhami* bezeichnet wird (Fig. 104. *b. N.*). Man kann diesen Abschnitt physiologisch viel eher einer Samenblase gleichwerthig halten, als den vorhin erwähnten drüsigen Abschnitt des Samenleiters. Sehr ausgebildet erscheint die Needham'sche Tasche bei *Octopus*, indess sie bei anderen Cephalopoden (*Sepia* und *Loligo*) nur durch eine geräumige Erweiterung des *vas deferens* vertreten wird. —

Bei einer nicht unbedeutenden Anzahl niederer Thiere aus den Abtheilungen der Würmer, Krustenthiere und Insecten wird der Same nicht einfach als Flüssigkeit in die weiblichen Organe übertragen, sondern vorher noch innerhalb der männlichen Apparate in besondere, sehr verschieden construirte Massen vereinigt, welche man als »Spermatophoren« bezeichnet hat*). Diese in den genannten Abtheilungen meist vereinzelt vorkommende Erscheinung ist bei der ganzen Classe der Cephalopoden die Regel geworden, und die Spermatophorenbildung erreicht hier ihren vollkommensten Grad, so dass wir sie wohl näher in's Auge fassen dürfen. Im Allgemeinen stellt ein solcher Samenschlauch ein langes cylindrisches Gebilde vor, an welchem wir mehrere Hüllen und den Inhalt unterscheiden. Der letztere wird nur zum Theile aus Samenmasse gebildet, denn es findet sich in jedem Spermatophor immer noch eine eigenthümliche, den hinteren Abschnitt einnehmende Substanz vor, die wir als explodirende Masse bezeichnen können. Das Sperma wird schlauchförmig von einer besonderen Hülle umgeben und findet sich im vorderen Abschnitte des Spermatophors. Dahinter liegt das vordere, stempelförmige Ende eines langen, spiralig aufgewundenen Bandes, welches einen grossen Abschnitt des Spermatophors durchzieht und am hinteren Ende in die äusseren Hüllen übergeht. Die Substanz dieses Spiralbandes wird aus der vorhin erwähnten explodirenden Masse dargestellt. Mit Wasser in Berührung gekommen, beginnt nämlich das Spiralband sogleich sich zu strecken und treibt den samenumschliessenden

*) Solche Samenschläuche sind übrigens, wenn noch viel einfacher construirt, auch bei andern Molluskenabtheilungen vorhanden, so namentlich bei den Gasteropoden. Man findet bei Helicinen nicht selten aus der Geschlechtskloake einen spiralig gedrehten, hornigen Körper vorragen, den sogenannten *Capreolus*, der sich als der Rest oder vielmehr die Hü e eines Spermatophoren ergeben hat. Die Form des *Capreolus* ist für die einzelnen Gattungen und Arten verschieden.

Abschnitt zum Vorderende des Spermatophors hervor. Durch diese letztere Einrichtung unterscheiden sich die Spermatophoren der Cephalopoden von jenen anderer Thierclassen*).

Wenn die bei den meisten Cephalopoden das Ende des *vas deferens* tragenden Papillen, die man morphologisch mit einem Penis analogisiren kann, dessen ungeachtet wegen ihrer Kürze und tiefen Lage in der Mantelhöhle, kaum als wirkliche, die Uebertragung des Samens (der Spermatophoren) in die Mantelhöhle oder die Geschlechtsorgane der Weibchen vermittelnde Begattungsorgane angesehen werden können, so besteht dennoch bei diesen Thieren eine Einrichtung, welche dies Geschäft in vollkommener Weise vollzieht.

Gleichwie nämlich bei den Spinnen die sogenannten Palpen der Männchen die Uebertragung des Samens besorgen, oder viele Krustenthiere (Decapoden, Isopoden) ein besonderes am Abdomen gelegenes Gliedmaassenpaar als penisartiges Begattungswerkzeug mit der Ausleitung des Samens betraut erkennen lassen, also in beiden Fällen Organe, die von vorne herein in ihrer Anlage den Geschlechtswerkzeugen fremd sind, wie es auch ihre übrigen Homologa stets bleiben: so sehen wir bei den Cephalopoden die Arme der Männchen in inniger Beziehung zu dem Begattungsgeschäfte stehen, und treffen meist an einem von ihnen besondere Structurverhältnisse, die ihn von den übrigen Armen, sowie von allen Armen der Weibchen auszeichnen.

Der zum Begattungswerkzeuge umgebildete Arm ist unbeständig, in der Regel ist es einer der der Bauchseite des Thieres angehörigen. Die Art der Umwandlung tritt in den einzelnen Abtheilungen in sehr verschiedenen Graden auf, bald erscheint sie blos durch eine Veränderung einer Stelle an der Basis des Arms, die beträchtlich verbreitert ist und nur spärliche Saugnäpfe aufweist (wie bei *Sepia*), bald beruht sie in einer Veränderung der Saugnapfform auf grösserer oder geringerer Länge, oder es ist die Spitze des betreffenden Armes mit einer löffelförmig ausgehöhlten Bildung versehen (*Octopus*, *Eledone*).

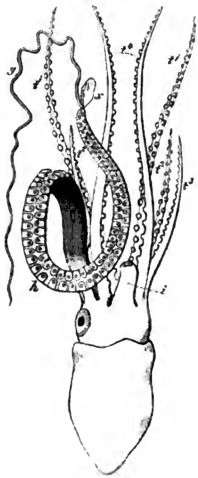
Aber der merkwürdigste Grad der Umformung besteht in einer beträchtlichen Vergrösserung des betreffenden Armes (Fig. 105. *h.*), der

*) Die meisten Cephalopoden bilden jeweilig immer eine grössere Anzahl von Spermatophoren, während einige (jene, die mit Begattungsarmen versehen sind) immer nur einen einzigen auf einmal erzeugen. Dieser besitzt dann eine beträchtliche Länge, bei *Octopus Carenae* nahe bei zwei Fuss, und wird bei der letztgenannten Art knauelförmig zusammengewunden getroffen. Die membranöse Hülle, welche die kleineren Spermatophoren der ganzen Länge nach umgibt, überzieht hier den Spermatophorenknäuel, so dass derselbe als ein von dünner Membran umschlossenes Packet entleert wird, wie ich mich in einem Falle überzeugen konnte. — Nach van der Hoeven kommt es bei *Nautilus* gleichfalls zur Bildung eines solchen knauelförmigen Spermatophors. —

Ueber die Spermatophorenbildung vergleiche vorzüglich Krohn in *Fror. N. Not.* 1839, Milne-Edwards in *Ann. des sc. natur. Tom. XVIII.* 1842.

ausserdem noch an seinem Ende mit einem geisselförmigen Anhange versehen ist.

Fig. 105.



Es entwickelt sich dieser Arm nicht wie die andern frei hervorsprossend, sondern er entsteht in einer Blase zusammengewunden, und löst sich aus dieser erst nach erreichter definitiver Ausbildung. Die Membran der umhüllenden Blase steht mit dem Rücken des Armes in Verbindung, und verbleibt nach ihrer Dehiscenz an demselben zurückgeschlagen.

Der geisselförmige Fortsatz (y) am Ende des Begattungsarmes liegt anfänglich gleichfalls von einer Blase eingeschlossen, und entwickelt sich erst, wenn der ganze Arm — bei der Begattung — aus seiner Umhüllung sich frei gemacht, worauf denn am Ende des Armes neben dem Flagellum der Rest seiner Hülle (x) zu finden ist. Es ist dieser Anhang sammt der umhüllenden Membran analog dem modificirten Armende von *Octopus* und *Eledone*.

Solche Begattungsarme, die bis jetzt bei *Argonauta* und *Tremoctopus* gefunden wurden, besitzen sogar die Fähigkeit, nachdem sie bei der Begattung sich abgelöst, in der Mantelhöhle oder in den Geschlechtsorganen des Weibchens noch längere Zeit selbständig fortzuleben, wie man denn früher deshalb die abgerissenen Begattungsarme als selbständige parasitisch lebende Geschöpfe ansah, und sie den Trematoden zur Seite stellte. Es ward ihnen von dieser Anschauung aus der Name »Hectocotylus«, der auch jetzt noch gebraucht wird, um das ganze, so merkwürdige Verhältniss der Begattungsarme zu bezeichnen (Hectocotylie)*). —

Fig. 105. Männchen von *Tremoctopus Carenae*. *i*. Trichter. t^1. Oberes Armpaar. t^2. Zweites Paar. t^3. Dritter linker Arm. t^4. Unteres Paar. *h*. Hectocotylusarm. *x*. Endblase. *y*. Fadenförmiger Anfang aus der Endblase gelöst.

*) Auch bei *Nautilus* ist eine Uebertragung der Spermatophoren durch die Tentakel anzunehmen, womit übereinstimmt, dass van der Hoeven mehrmals Spermatophoren zwischen denselben — wie von zwei Fingern umfasst — angetroffen hat. — Wie das Geschäft der Begattung mittelst der Arme vollzogen wird, ist noch nicht ermittelt, und namentlich ist es noch keineswegs völlig klar, wie der Spermatophor in den Hectocotylus-Arm der Argonauten und Tremoctopus (*Tr. violaceus* und *Carenae*) aufgenommen wird. Wahrscheinlich führt das Thier den aus seiner Umhüllung entwickelten Arm an die Geschlechtsöffnung in der Mantelhöhle, wo dann der sich hier entleerende Spermatophor durch eine, an der Basis der noch ge-

Siebenter Abschnitt.

Vertebrata.

§. 36.

Der Körperplan der Wirbelthiere geht aus der Vereinigung der bei Mollusken und Arthropoden getroffenen Typen hervor. Die Concentrirung der einzelnen Organe und Organsysteme, sowie auch das Hinzutreten eines inneren Körpergerüstes, eines Sceletes, hat er mit den Mollusken (Cephalopoden) gemein, während die Gliederung dieses Sceletes, sowie der gesammten, der animalen Sphäre angehörenden Organe an Erscheinungen erinnert, die wir in der Abtheilungder Arthropoden ausgebildet trafen. Dazu kommt auch noch die fast durchgehends symmetrische Lagerung der Organe.

Was die Wirbelthiere vor allen übrigen auszeichnet, ist die hohe Entwicklung, welche das innere Scelet erreicht, eine Einrichtung, welche auch in der niedersten Form dem gesammten Körper zukommt und nicht blos auf einen oder den anderen Theil des Leibes beschränkt ist, wie wir dies bei den Anfängen der inneren Sceletbildung unter den Mollusken sahen, nämlich an der knorpeligen Schädelkapsel der Cephalopoden. Es stellt das innere Scelet auch in den untersten Formen der Wirbelthiere, wie in den embryonalen Entwickelungszuständen aller übrigen, ein den gesammten Körper durchziehendes Gerüste vor. Das einfache, durch ein knorpelähnliches Stäbchen dargestellte Rückgrat der niedersten Fische bildet ebenso gut eine Stütze für den ganzen Körper des Thieres, wie das in zahlreiche, mannichfaltig gestaltete Knochenstücke differenzirte Gerüste der höheren Formen. Darin, dass das Scelet sich im gesammten Körper verbreitet, muss ein nicht unbedeutender Fortschritt erkannt werden, und es ist diese Sceletbildung dem Wirbelthiertypus so tief eingeprägt, dass sie selbst in jenen Fällen keine wesentliche Rückbildung

---

schlossenen Terminalblase befindliche Oeffnung aufgenommen wird, und in den von einem unten ansehnlich erweiterten Langscanale durchsetzten Arm hinein gelangt. — Bezüglich der Hectocotyliferen siehe H. Müller in Zeitschrift f. wissensch. Zoologie 1851. Verany u. Vogt in *Ann. des sc. natur. T. XVII.* 1852. R. Leuckart, Zoolog. Untersuchungen Heft III. 1854. Der Nachweis eines viel ausgebreiteten Vorkommens des Begattungsarmes hat denn Steenstrup in *Kongl. danske Videnskabernes Selskabs Skrifter* 1856 (auch übersetzt im Archiv f. Naturgeschichte desselben Jahres) geliefert.

erleidet, wo äussere, vom Integumente ausgehende Stützapparate, wie z. B. bei Schildkröten, eine mächtige Entfaltung erlangen. Es gibt sich ausserdem in den Beziehungen der übrigen Organe zum Scelete eine neue Reihe von Eigenthümlichkeiten kund, die nicht minder als typische erklärt werden müssen. Hierher gehört vor Allem die Lagerung des centralen Nervensystemes, des Gehirnes und des Rückenmarkes, über der festen Axe des Rückgrates und mehr oder minder vollständig von den davon ausgehenden Bogenstücken umschlossen. Ebenso beständig lagern die dem Ernährungsapparate angehörigen Organsysteme, wie auch die Organe der Fortpflanzung unterhalb jener Axe in besondere Cavitäten gebettet.

Wie in allen Thierabtheilungen der jeweilige Typus innerhalb einer gewissen Breite sich bewegt, so geht auch aus der geschilderten Grundform der Wirbelthiere eine Reihe von Bildungen hervor, die sich mannichfach unter einander abstufen. Es ist die fortschreitende Entwickelung aller Organsysteme, von der einfachen Anlage an bis zur Herstellung complicirter Einrichtungen, woraus die Mannichfaltigkeit der Formen entspringt. Aber kein System zeigt sich wichtiger, als das des inneren Sceletes, weil jede Veränderung, jede Fortbildung und Differenzirung seiner Theile alle übrigen Organsysteme gleichmässig influenzirt. Es soll aber damit kein blosses Abhängigkeitsverhältniss der letzteren vom ersteren erklärt sein, sondern wir nehmen auch hier die Entwickelung der Formenreihe aus allen übrigen Organsystemen gleichmässig hervorgehend und finden nur den Ausdruck dieser Entwickelung an den Sceletbildungen am deutlichsten geoffenbart. Die erste und niederste Stufe unter den Wirbelthieren wird von solchen eingenommen, bei denen das einfache Rückgrat *(Chorda dorsalis)* vollkommen gleichmässig die Länge des Körpers durchzieht und eine Gliederung des letztern nur durch das Muskelsystem, sowie durch Blutgefässe und die vom Centralorgane des Nervensystemes abgehenden Aeste angedeutet ist. Die Hülle des einfachen Rückgrates bildet mit ihren äussersten Schichten auch eine Hülle für das Nervencentrum, welches, wie das Rückgrat, gleichfalls ungegliedert ist. Hierher zählen die niedersten Fische, wie Amphioxus, bei denen eben durch jenes Rückgrat und die Lagerungsverhältnisse der übrigen Organe zugleich die Schranke gegen andere Typen gezogen ist*). Ein Fortschritt

*) Es ist neuerdings der Versuch gemacht worden, die Gränzen der Wirbelthiere weiter zu ziehen und letzteren ein Thier beizuzählen, welches bisher fast alle Beobachter weit davon entfernt stehend hielten: nämlich *Sagitta*, welche oben bei den Würmern mehrfach erwähnt ist. Es liegt ausserhalb des Planes dieses Buches, über die von Meissner, dem neuesten Beobachter der *Sagitta*, angeführten Thatsachen zu urtheilen und über die Theile zu sprechen, die jener als Rückenmark und als Rückgrat erklärt. So viel aber dürfte sicher sein, dass der Beweis für die Wirbelthiernatur der *Sagitta* selbst durch den Nachweis eines anderen Nervensystems als Krohn es kennen lehrte, noch keineswegs geliefert ist.

gibt sich in der Gliederung des Sceletes kund, indem sich am vorderen Abschnitte desselben eine Schädelkapsel entwickelt, in welcher der vorderste zum Gehirne entfaltete Theil der Centralorgane des Nervensystems, eingeschlossen ist. Weiterhin sehen wir am Scelete eine Gliederung auftreten, und an die Stelle der continuirlichen *Chorda dorsalis* treten discrete Knorpelstücke oder auch Knochengebilde, die Wirbel. Von diesen gehen knorpelige oder knöcherne Bogen nach oben und umschliessen das Rückenmark, welches früher nur in einem häutigen Rohre lag. Die Differenzirung erstreckt sich auch auf den Schädel, der, ähnlich wie das Rückgrat, sich in Wirbelabschnitte gliedert, dadurch aber eine höhere Form erreicht, dass seine einzelnen Segmente sich sehr verschiedenartig (heteronom) verhalten. Damit zerfällt auch der Körper in einzelne Abschnitte. Mit der Bildung des Schädels ist ein Kopf unterscheidbar, während der übrige Theil als Rumpf besteht. Mit der verschiedenartigen Bildung der einzelnen Abschnitte des Rumpfgerüstes treten auch hier neue Regionen auf, und wenn bei den Fischen die Wirbelsäule sich gleichartig oder mit nur leise angedeuteten Modificationen vom hintersten Theile bis zum Schädel erstreckt, so ist mit der heteronomen Bildung einzelner Wirbelgruppen bei den übrigen Vertebraten ein Halstheil sichtbar geworden und die Trennung des Körpers in einzelne Regionen wird noch durch das Auftreten von Extremitäten und durch die Verbindung derselben mit der Wirbelsäule bedeutend beeinflusst. Aeussere Anhänge des Körpers, deren innere Stützen anfänglich ohne Verbindung mit der Wirbelsäule bestanden (Fische), treten in beschränkter Zahl (zu zwei Paaren) auf, anfänglich unbeständig in Form und Verbindung, später feste Beziehungen zu dem übrigen Körper eingehend und die Grenzen des Rumpfes bestimmend. Kopf und Hals liegen vor dem ersten Paare und hinter dem letzten folgt der Schwanztheil des Wirbelthieres. Es erscheinen auch sogar sehr frühe schon feste Stützen für die Leibeshöhle, welche dieselbe in ähnlicher Weise bogenförmig umschliessen, wie die oberen Bogen der Wirbelsäule den Rückenmarkscanal. Diese unteren Bogenstücke, die Rippen, können dann wiederum durch ihr ausgedehnteres oder beschränkteres Vorkommen an der Wirbelsäule des Rumpfes neue Regionen hervorgehen lassen und den Rumpf in Brust- und Bauchtheil trennen. Die gleiche Differenzirung äussert sich auch an den Extremitäten, sowohl im Ganzen als an den einzelnen Abtheilungen derselben. Sie bilden die wesentlichsten Locomotionswerkzeuge der Wirbelthiere und erscheinen, den Lebensverhältnissen der Thiere entsprechend, in der verschiedensten Form.

Betrachten wir die aufsteigenden Abtheilungen der Wirbelthiere, so treten uns als niederste solche entgegen, die zum Aufenthalte im Wasser bestimmt sind. Diesem entsprechen Bau und Verrichtungen der Organe. Die Athmung geschieht durch Kiemen, und das in den höheren Abtheilungen zur Luftathmung bestimmte Organ ist entweder gar nicht vorhanden, oder es besteht in einer anderen Bedeutung und dient nur als

hydrostatischer Apparat. Ein einfaches, nur venöses Blut empfangendes Herz bildet das Centralorgan des Kreislaufs. Die wenig entfalteten Bewegungsorgane sind Flossen. So grenzt sich die Classe der Fische ab. Das Wasserleben, die Athmung durch Kiemen, bleibt auch noch in einer anderen Abtheilung, in der jedoch immer noch wirkliche Lungen als Athmungsorgane auftreten, selbst wenn die Kiemen das ganze Leben des Thieres hindurch bestehen. Letztere sind aber vielfach nur vorübergehend und bezeichnen eine Larvenperiode. Am Herzen ist eine Trennung des Vorhofs in zwei Abschnitte zu Stande gekommen, und es empfängt die einfache Kammer aus dem einen arterielles, aus dem anderen venöses Blut. Die Extremitäten erscheinen in dieser, als Classe der Amphibien bezeichneten Abtheilung immer deutlich gegliedert. — Durch ausschliessliche Lungenathmung als wahre Luftthiere sind die übrigen drei Classen von den beiden vorhergehenden verschieden. Eine nicht vollständige Trennung der Herzkammer charakterisirt die Reptilien und scheidet diese zugleich scharf von den Amphibien, mit denen man sie gerne zu einer Classe vereinigt hat. Zwei stets getrennte Kammern besitzen Vögel wie Säugethiere, welche wiederum durch zahlreiche, alle Organsysteme betreffende Verhältnisse von einander verschieden sind.

Uebersicht der Classen der Vertebraten.

I. Pisces.

1. Ordn. Leptocardii.
   Amphioxus.
2. Ordn. Cyclostomi (Marsipobranchii).
   Petromyzon, Myxine, Bdellostoma.
3. Ordn. Teleostei.
   a. Malacopteri (Physostomi).
      α. Apodes.
         Muraena, Conger, Gymnotus, Symbranchus.
      β. Abdominales.
         Clupea, Salmo, Esox, Mormyrus, Cyprinus, Tinca, Silurus.
   b. Pharyngognathi.
      Belone, Hemiramphus, Exocoetus, Chromis, Labrus, Julis.
   c. Anacanthini.
      Ophidium, Gadus, Lota, Pleuronectes.
   d. Acanthopteri.
      Perca, Labrax, Serranus, Trigla, Scropaena, Gasterosteus, Anabas, Mugil, Scomber, Thynnus, Zeus, Chaetodon, Trachypterus, Gymnetrus, Gobius, Cyclopterus, Blennius, Lophius, Batrachus.
   e. Plectognathi.
      Ostracion, Diodon, Tetrodon, Orthagoriscus.
   f. Lophobranchii.
      Syngnathus, Hippocampus.
4. Ordn. Ganoidei.
   Lepisosteus, Polypterus, Amia, Accipenser, Spatularia.

5. Ordn. Holocephali.
Chimaera.

6. Ordn. Selachii (Plagiostomi).
a. Squali.
Notidanus, Spinax, Scyllium, Lamna, Zygaena, Squalina.
b. Rajae.
Torpedo, Raja, Trygon, Myliobates.

7. Ordn. Dipnoi (Protopteri).
Lepidosiren.

II. Amphibia.

1. Ordn. Perennibranchiata.
Siredon, Proteus, Menobranchus.

2. Ordn. Salamandrina.
Menopoma, Triton, Salamandra.

3. Ordn. Batrachia.
Pelobates, Bombinator, Pipa, Bufo, Ceratophrys, Rana, Hyla, Notodelphys.

4. Ordn. Gymnophiona.
Coecilia.

III. Reptilia.

1. Ordn. Ophidia.
a. Eurystomata.
Vipera, Pelias, Trigonocephalus, Crotalus, Elaps, Naja, Hydrophis. Dipsas, Dryophis. Tropidonotus, Coluber. Boa, Python.
b. Stenostomata.
Typhlops, Uropeltis.

2. Ordn. Saurii*).
a. Annulati.
Amphisbaena, Lepidosternon.
b. Autosaurii.
Scincus, Seps, Anguis, Acontias, Pseudopus, Gerrhosaurus, Lacerta. Ameiva, Varanus, Psammosaurus, Chamaeleo, Platydactylus, Phrynosoma, Iguana, Calotes, Draco.

3. Ordn. Crocodili.
Crocodilus, Rhamphostoma, Alligator.

4. Ordn. Chelonii.
Sphargis, Chelonia, Trionyx, Chelys, Emys, Cinosternum, Emysaurus, Testudo.

IV. Aves.

1. Ordn. Columbae.
Columba.

---

*) Als wichtige Uebergangsgruppen aus dem Fischtypus zu jenem der Reptilien sind die fossilen seebewohnenden Saurier des Jura und der Trias hier anzuführen, welche in den Gattungen Ichthyosaurus, Plesiosaurus und Nothosaurus ihre Repräsentanten haben. Sie constituiren eine eigene Abtheilung, welche zunächst zu den Crocodilen hinführt, gleichwohl aber von diesen getrennt gehalten werden muss. Eben so selbständig verhalten sich die Flugechsen *(Pterodactylus)*.

2. Ordn. Oscines.

Hirundo, Muscicapa, Bombycilla, Lanius, Sylvia, Anthus, Motacilla, Turdus, Parus, Sitta, Nectarinia, Certhia, Alauda, Fringilla, Emberiza, Tanaara, Sturnus, Icterus, Paradisea, Corvus.

3. Ordn. Clamatores.

Myiothera, Menura, Ampelis, Pipra, Steatornis, Caprimulgus, Cypselus, Trochilus, Upupa, Merops, Alcedo, Coracias, Eurylaema, Buceros, Opisthocomus, Corythaix, Musophaga.

4. Ordn. Scansores.

Galbula, Cuculus, Rhamphastus, Bucco, Trogon, Yunx, Picus, Psittacus.

5. Ordn. Raptatores.

Strix, Bubo, Surnia, Cathartes, Neophron, Vultur, Gypaetus, Falco, Buteo, Aquila, Gypogeranus.

6. Ord. Natatores.

Aptenodytes, Alca, Uria, Mormon, Pordiceps, Cygnus, Anas, Anser, Mergus, Carbo, Pelecanus, Plotus, Phaeton, Larus, Sterna, Procellaria.

7. Ordn. Grallatores.

Rallus, Gallinula, Parra, Fulica, Scolopax, Limosa, Numenius, Charadrius, Vanellus, Ardea, Ciconia, Ibis, Platalea, Phoenicopterus, Psophia, Dicholophus, Otis.

8. Ordn. Gallinacei (Rasores).

Megapodius, Phasianus, Gallus, Numida, Pavo, Tetrao, Lagopus, Coturnix, Crypturus, Penelope, Crax.

9. Ordn. Cursores.

Rhea, Struthio, Casuarius, Apteryx.

V. Mammalia.

1. Ordn. Monotremata.

Ornithorhynchus, Echidna.

2. Ordn. Marsupialia*).

Phascolomys, Macropus, Hypsiprymnus, Phalangista, Didelphis, Perameles, Chironectes, Dasyurus, Thylacinus.

3. Ordn. Cetacea.

Balaena, Balaenoptera, Physeter, Phocaena, Delphinus, Monodon, Halicore, Manatus.

4. Ordn. Pachydermata.

Elephas, Hippopotamus, Rhinoceros, Tapirus, Hyrax, Sus, Dicotyles.

5. Ordn. Ruminantia (Bisulca).

Bos, Ovis, Capra, Antilope, Cervus, Moschus, Camelopardalis, Auchenia, Camelus.

6. Ordn. Solidingula.

Equus.

---

*) Wenn die Beutelthiere hier als Ordnung aufgeführt werden, so ist hierzu ausdrücklich zu bemerken, dass dennoch jener Auffassung nicht widersprochen werden soll, nach welcher die Beutelthiere (mit den Monotremen) eine eigene, allen übrigen Ordnungen gegenüberstehende Abtheilung darstellen.

7. Ordn. Edentata.
Myrmecophaga, Manis, Chlamydophorus, Dasypus, Bradypus.

8. Ordn. Rodentia (Glires).
Lepus, Lagomys, Cavia, Cologenys, Dasyprocta, Erethizon, Hystrix, Castor, Myopotamus, Echinomys, Loncheres, Lagostomus, Dipus, Pedetes, Spalax, Georchychus, Cricetus, Hypudaeus, Mus, Glis, Muscardinus, Arctomys, Spermophilus, Sciurus.

9. Ordn. Pinnipedia.
Phoca, Cystophora, Trichechus.

10. Ordn. Carnivora.
Ursus, Procyon, Nasua, Meles, Galictis, Mustela, Gulo, Lutra, Viverra, Herpestes, Canis, Proteles, Hyaena, Felis.

11. Ordn. Insectivora.
Chrysochloris, Talpa, Sorex, Myogale, Erinaceus.

12. Ordn. Volitantia.
Vespertilio, Vesperugo, Glossophaga, Rhinolophus, Pteropus, Galeopithecus.

13. Ordn. Quadrumana.
Hapale, Ateles, Mycetes, Callithrix, Cebus, Cynocephalus, Inuus, Cercopithecus, Troglodytes, Hylobates, Pithecus.

Literatur.

Im Allgemeinen: Joh. Müller, Vergleichende Anatomie der Myxinoiden. Berlin 1835—45. (Abhandl. d. Berliner Academie).

(Obgleich vorzugsweise die vergleichende Anatomie der Fische behandelnd, ist dieses Werk des unsterblichen Physiologen wegen der grossartigen häufig auf die anderen Wirbelthierclassen ausgedehnten Beobachtungen und Reflexionen unstreitig als das Fundament der vergleichenden Vertebraten-Anatomie anzusehen.)

Fische: A. Monro, *The structure and physiologie of fishes.* Edinb. 1785. Uebersetzt von Schneider. Leipz. 1787.

Cuvier et Valenciennes, *Hist. nat. des poissons. Vol. 1—22. Paris* 1828—49.

Bischoff, *Lepidosiren paradoxa. Leipzig* 1840.

J. Müller, Ueber den Bau und die Lebenserscheinungen des *Branchiostoma lubricum.* Berl. 1844. (Abhandl. der Berl. Acad.)

— Ueber den Bau und die Grenzen der *Ganoiden.* Berlin 1846. (Abhandl. d. Berl. Acad.)

Hyrtl, *Lepidosiren paradoxa. Prag* 1845.

Agassiz et Vogt, *Anatomie des Salmones. Neufchâtel* 1845.

A. Wagner, *De spatulariarum anatome. Berol.* 1848.

Leydig, Beiträge zur microscop. Anatomie u. Entwicklungsgesch. der Rochen und Haie. Leipz. 1852.

Amphibien: Rusconi et Configliachi, *Del proteo anguineo di Laurenti monografia. Paris.* 1818.

— *Amours des Salmandres aquatiques. Milan* 1821.

J. Müller, Beiträge zur Anatomie der Amphibien, in Tiedemann und Treviranus Zeitschr. f. Physiologie Bd. IV. 1832.

Dugés, *Recherches sur l'osteologie et le myologie des Batraciens. Paris* 1834.

Mayer, Zur Anatomie der Amphibien, in dessen Analecten für vergleich. Anatomie. Bonn 1835.

Leydig, Anatomisch-histologische Untersuchungen über Fische und Reptilien. Berlin 1853.

Rusconi, *Histoire naturelle, developpement et métamorphose de la Salamandre terrestre. Pavie* 1854.

Reptilien: Tiedemann, Anatomie und Naturgeschichte des Drachen. Nürnberg 1811.

Bojanus, *Anatomia Testudinis europaeae. Vilnae* 1819.

Schlegel, *Essai sur la physiognomie des serpens. Amst.* 1837.

Duméril et Bibron, *Erpetologie générale, ou hist. nat. complète des Reptiles. Paris* 1834—54.

Vögel: Tiedemann, Anatomie und Naturgesch. d. Vögel. Heidelberg 1810—14.

Barkow, Anatomisch-physiolog. Untersuchungen vorzüglich über das Schlagadersystem der Vögel (Meckel's Archiv für Anat. und Phys. 1829—30).

Owen, *Art. Aves in Todds Cyclopaedia. Vol. 1. London* 1836.

— *On the anatomy of the Apteryx australis. Transact. of the zoolog. soc. Vol. II—III.*

Säugethiere: S. Camper, *Description anatomique d'un Elephant mâle. Paris* 1802.

Fischer, *Anatomie des Maki. Frankf.* 1804.

Meckel, *Ornithorhynchi paradoxi descriptio anatomica. Lips.* 1826.

Rapp, Die Cetaceen. Stuttg. u. Tüb. 1837.

W. Vrolik, *Recherches d'anatomie comparée sur le Chimpanse. Amst.* 1841.

— — *Natuur en ontleedkundige Beschouwing van den Hyperoodon. Harleem* 1848.

Owen, Art. *Marsupialia, Monotremata in Todd's Cyclopaedia. Vol. III.* 1847.

Eschricht, Untersuch. über die nordischen Walthiere. Leipz. 1849.

Rapp, Anatom. Untersuch. über die Edentaten. 2. Aufl. Tübingen 1852.

§. 37.

Körperbedeckung und Bewegungsorgane.

a) Vom Integumente.

Die Hülle des Körpers aller Wirbelthiere wird von einer besonderen, von den unterliegenden Theilen deutlich geschiedenen Hautschichte dargestellt, welche wiederum in zwei scharf markirte Straten, Cutis und Epidermis, zerfällt. Nur in geringer Entwickelung sind contractile Elemente mit dieser Hautschichte in Verbindung, denn der bei den übrigen Thieren mit der Haut verwebte Muskelschlauch hat sich auf wenige, später zu beschreibende Theile reducirt und wird durch das hoch entwickelte Muskelsystem ersetzt, welches sich mit dem Scelete verbindet.

Die beiden die Haut darstellenden Schichten sind sowohl durch ihre Textur, als auch durch die aus ihnen hervorgehenden Hautgebilde wesentlich von einander verschieden. Das untere als Cutis bezeichnete Stratum hat zur Grundlage eine bindegewebige Faserschichte, welche,

lockerer gewoben, auch noch unter der Cutis als Unterhautbindegewebe zu finden ist. Durch die mannichfache Durchkreuzung der Faserelemente erhält die Cutis eine beträchtliche Derbheit. In ihr verbreiten sich Blutgefässe und Nerven. Sie ist auch der vorzugsweise Sitz der mannichfaltigen Färbungen der Haut, indem besondere verschieden gestaltete Pigmentzellen ihr eingelagert sind *). Ihre Dicke an den einzelnen Körperstellen ist ebenso verschieden, wie ihre relative Mächtigkeit in den einzelnen Thieren. Ihr eigenthümliche Bildungen sind warzenartige Erhebungen, welche von niedrigen Hügelchen an bis zu langen konischen oder auch fadenförmigen Fortsätzen variiren, und welche, wie die zwischenliegende Cutisfläche, von der äusseren Hautschichte, der Epidermis, überkleidet werden. Es sind diese Hautpapillen der Ausgangspunkt einer Reihe von Bildungen, welche bei den höheren Wirbelthieren einen wichtigen Bestandtheil des Integuments ausmachen, nämlich der Federn und der Haare.

Die Epidermis wird stets aus zelligen Elementen zusammengesetzt, welche in mehrfachen Schichten über einander lagern und allerorts die Cutis überkleiden **). Die einzelnen Epidermisschichten verhalten sich der Art zu einander, dass die unteren, zunächst der Cutis liegenden eine Matrix für die oberen älteren abgeben. Die ersteren werden demnach aus jüngeren Elementen zusammengesetzt. Sie sind es auch, welche dem Stratum Malpighii entsprechen. Die Consistenz und die Verbindung der Epidermiszellen unter einander zeigt in den einzelnen Classen beträchtliche Verschiedenheiten. Bei den im Wasser lebenden Classen, den Fischen und den Amphibien, ist die gesammte Epidermis in der Regel locker, und namentlich bei den Fischen sind ihre Elemente meist so weich, dass diese Schichte eine gallertige Beschaffenheit erhält, wodurch man veranlasst ward, diesen bei vielen Fischen aus aufgequollenen Epidermiszellen bestehenden äusseren Ueberzug, der sogar eine ziemliche Dicke erreichen kann, lange Zeit hindurch für eine von drüsigen Gebilden abgesonderte Schleimschichte zu halten. Weniger locker, aber immer noch von weicher Beschaffenheit erscheint die Epidermis der Amphibien. Dagegen ist sie bei den Reptilien schon fester geworden, indem ihre Elemente sich als resistente Plättchen in einander schieben und in den äusseren Schichten einem Verhornungsprocess unterliegen. Bei

---

*) Es darf dies jedoch keineswegs als Regel angesehen werden, denn in vielen Fällen enthält auch die Epidermis Pigmentzellen, wie schon aus der Färbung vieler Epidermoidalgebilde, der Haare, Federn, Hufe, Hörner, Schnäbel u. s. w. hervorleuchtet. Auch die der Wachshaut der Vögel ist der Sitz des Pigments in den unteren Epidermisschichten.

**) Das bei den im Wasser lebenden wirbellosen Thieren sehr verbreitet vorkommende Wimperepithel ist bei den Wirbelthieren von der eigentlichen Oberfläche des Körpers verschwunden. Um so merkwürdiger ist das von mir beobachtete Vorkommen zahlreicher Wimperbüschel am Schwanze und an anderen Körperstellen von Larven der Tritonen.

den Vögeln, wie auch bei den Säugethieren, sind zwar die äussersten Epidermisschichten gleichfalls resistent, jedoch nicht an allen Körperstellen in so inniger Continuität, wie dies bei den meisten Reptilien der Fall ist, bei welchen einzelne Körperpartieen durch beträchtliche, oft massenhafte Epidermisentwickelung ausgezeichnet sind. Dadurch entstehen mannichfaltige genetisch unter einander verwandte Gebilde, welche äusserlich die grösste Verschiedenheit zeigen. Es gehören einmal hieher die Schwielenbildungen, wie sie an der Haut vieler Säugethiere sich finden und fast das gesammte Integument der Pachydermen auszeichnen, und in der Regel als verdickte Hautstellen auch an der Sohlfläche der Füsse von Vögeln und Säugethieren zu beobachten sind, ferner der derbe Hornüberzug der beiden Kiefer bei Schildkröten; die Hornscheiden der Schnäbel der Vögel und des Schnabelthieres sind gleichfalls solche modificirte Epidermisbildungen. Auf gleiche Weise bilden sich die Nägel und Krallen der Reptilien, Vögel und Säugethiere, und bei den letzteren zeigt sich namentlich an der Klauen- und Hufbildung ein mächtiger Verhornungsprocess epidermoidaler Theile.

Auch an anderen Körperstellen mehr oder minder verbreitet, kann eine solche Verhornung der Epidermis auftreten. Sehr entwickelt ist sie bei den Schildkröten, deren Brust- und Bauchschild meist von starken Hornplatten (Schildpatt) als modificirten Epidermisbildungen überdeckt wird. Unter den Säugethieren finden wir ähnliche Platten auf dem Hautpanzer der Gürtelthiere, und ähnliche feste schuppenartige Formationen, die jedoch mehr den Haarbildungen sich anreihen, bei der Gattung Manis fast den ganzen Körper dachziegelförmig bedeckend. Die Horngebilde auf der Nase vom Rhinoceros, sowie die hornigen Ueberzüge der Stirnzapfen der Cavicornier sind gleichfalls dieser Erscheinungsreihe angehörig.

In jenen Fällen, wo wir die Hornbildung im grossen Maasstabe auftreten sehen, und wo die durch sie dargestellten festen Theile eine bedeutende Dicke erreichen, wie bei den Hufen der Pferde, den Hörnern der Rhinocerosse etc., treten in den Structurverhältnissen einige Complicirungen auf. Die Hornsubstanz wird nämlich nicht einfach aus über einander geschichteten Epidermiszellen zusammengesetzt, sondern es dringen noch blättrige oder röhrige Fortsätze der Cutis als modificirte Papillen in verschiedener Tiefe ein und bewirken so eine innige Verbindung beider Theile des Integumentes.

Ausser den oben erwähnten Papillenbildungen der Cutis, an welchen sich auch die Epidermis betheiligt, finden wir durch die Cutis oder auch durch beide Hautschichten noch eine Reihe von Bildungen zu Stande kommen, welche für einzelne Classen charakteristisch sind. Wir haben hier erstlich der Schuppenbildung der Fische zu gedenken. In taschenartigen Vertiefungen der Cutis entstehen feste Plättchen, welche bald vereinzelt in der Haut sich finden, bald dachziegelförmig sich decken, und welche, wie es scheint, theilweise mit einem Ossificationsprocesse der Cutis in Beziehung stehen. In einem höheren Grade gehen aus diesen Schuppen-

bildungen wirkliche Knochenstücke hervor, welche zur Herstellung eines Hautpanzers führen (s. darüber weiter unten). Mit den Schuppen der Fische dürfen die scheinbar ähnlichen Bildungen der Reptilien nicht verwechselt werden. Es beruhen diese auf einer Duplicaturbildung der Cutis, welche bald zu ringförmig den Körper umziehenden, bald dachziegelförmig sich deckenden Falten führt, die sämmtlich von der meist am Faltenrande verdickten Epidermis überkleidet werden. Am Integumente der Schlangen und der Eidechsen sind diese Verhältnisse am meisten ausgeprägt. Wo die Duplicaturbildung bei diesen Thieren nur wenig entwickelt ist oder vollständig fehlt, zeigt dann die Epidermis regelmässig gestaltete Verdickungen, die an bestimmten Stellen wie Tafeln oder Schildchen den Körper überziehen.

Eigenthümliche, nur den Vögeln und Säugethieren zukommende Bestandtheile des Integumentes sind Federn und Haare. Beide gehen aus einer ursprünglich gleichen Anlage hervor, indem sie sich in sackförmigen Einstülpungen der Cutis bilden, in welche die Epidermis sich fortsetzt. Im Grunde dieser, bald nur die Dicke der Cutis durchsetzenden, bald weit unter die Cutis hinausragenden Follikel, findet sich eine modificirte gefässreiche Hautpapille, welche die Matrix für Haar oder Feder abgibt. Die in den Follikel sich fortsetzenden Schichten der Epidermis bilden eine Scheide um die aus einer Zellenwucherung auf der Papille entstehenden Haar- oder Federbildungen, und die Papille selbst kann auswachsend noch eine verschieden lange Strecke weit in das Innere des Haares oder der Feder sich fortsetzen. Solches ist namentlich bei den Federn der Fall, wo der Hohlraum der Spule von der verlängerten Papille durchsetzt wird, so lange die Feder noch nicht vollständig gebildet erscheint. Je mehr sie aus ihrer Scheide mit der Basis gegen die Oberfläche des Körpers rückt, zieht sich der gefässhaltige Hautfortsatz theilweise aus der Spule zurück, die nun noch den unter dem Namen Federseele bekannten vertrockneten Rest davon umschliesst. Die Federbildungen erscheinen, je nach der Beschaffenheit des Schaftes oder des Bartes, vielfach von einander verschieden und können bei Verkümmerung des letzteren in haarähnliche Gebilde übergehen. Ebenso mannichfaltig sind auch die Haarformen, welche man, je nach ihrer Dicke, Steifheit u. s. w., in Stacheln, Borsten und eigentliche Haare unterscheidet. Sowohl bei Federn als Haaren bilden die kürzeren, lockern Formen einen dichten, dem Körper enger anliegenden Ueberzug (Dunen der Vögel, Wollkleid der Säugethiere), der bei Vögeln von längeren steifen Federn (Contourfedern), bei Säugethieren von derberen, gleichfalls längeren Haargebilden (Lichthaaren) überragt wird, so dass also auch in den allgemeinen Verhältnissen der Anordnung dieser Integumenttheile eine nicht unbedeutende Uebereinstimmung zwischen Vögeln und Säugethieren besteht.

Von anderen, der Haut angehörigen Organen sind besonders die Drüsen zu erwähnen, die in verschiedener Verbreitung zu treffen sind. Am wenigsten entwickelt sind solche bei Fischen, denn der lange Zeit hin-

durch unter dem Namen der »Schleimcanäle« beschriebene Apparat stellt ein eigenthümliches Organsystem vor, welches bei den Organen der Empfindung näher gewürdigt werden soll. — Sehr ausgebildete Drüsen sind dagegen in der Haut der Amphibien zu finden, wo nicht selten mehrfache Formen unterschieden werden können. Es sind bald einfache Schleimdrüsen, wie die in der Haut der Coecilien, Tritonen, Frösche u. s. w., bald wird ein besonderes, stark riechendes und, wie es scheint, auf kleinere Thierorganismen giftig wirkendes Secret abgesondert, wie bei Salamandern und Kröten. Die Drüsen sind theils über die ganze Haut zerstreut, theils liegen sie in Packeten beisammen, grössere Drüsencomplexe bildend, wie die sogenannten »Ohrdrüsen« der Kröten und Salamander. — In geringerer Verbreitung sind Hautdrüsen bei den Reptilien, wo sie den Schlangen und Schildkröten gänzlich zu fehlen scheinen. Bei vielen Eidechsen finden sich am Innenrande des Schenkels, häufig vom After an bis zur Kniekehle, regelmässige Drüsenreihen vor, die sogenannten Schenkeldrüsen, die häufig auf warzigen Vorsprüngen sich öffnen. Auch bei den Crocodilen liegen Drüsen in der Haut und öffnen sich unter den Knochenschilden nach aussen. Einige von ihnen liefern ein eigenthümliches, moschusartig riechendes Secret. Den Vögeln scheinen Hautdrüsen abzugehen, und nur ein, an die Talgdrüsen der Säugethiere sich anschliessendes Secretionsorgan, welches über dem Steissbeine liegt, kann hierher gezählt werden. Diese, namentlich bei Schwimmvögeln sehr ausgebildete Bürzeldrüse besteht aus mehreren, entweder getrennt oder gemeinschaftlich ausmündenden Lappen und liefert ein fettiges, zum Einölen der Federn verwendetes Secret.

Erst bei den Säugethieren lassen sich zwei distincte Drüsenformen unterscheiden, nämlich Schweissdrüsen und Talgdrüsen, von denen die letzteren in der Regel mit den Haarbälgen verbunden sind und dieselben rosettenartig umstehen. An einzelnen Körperstellen erreichen die Talgdrüsen eine beträchtliche Entwickelung und stellen auch durch die verschiedene Qualität ihres Secretes eigenthümliche Organe vor. Hierher gehören vorzüglich die in der Nähe des Afters bei vielen Raubthieren ausmündenden Drüsen (Zibethdrüsen der Viverren), welche nicht selten in eine taschenartige Einstülpung der Haut vereinigt sich öffnen. Andere finden sich an der Vorhaut. So die Moschusbeutel der Moschusthiere. Auch in der Leistengegend kommen bei manchen Säugethieren, z. B. bei Hasen, dann an der Seite des Körpers bei Spitzmäusen, entwickelte Drüsenorgane vor. Zwischen den Klauen der Wiederkäuer münden ebenfalls besondere Talgdrüsen aus, und endlich ist auch noch die bei den männlichen Monotremen an der Wurzel der Hinterfüsse angebrachte, in den dort vorhandenen Sporn sich öffnende Drüse anzuführen.

§. 38.

b) Vom Hautscelete.

Wenn auch wegen der hohen Entwickelung, welche das für alle Wirbelthiere typische innere Scelet erreicht, äussere Sceletbildungen nur eine geringe morphologische Bedeutung besitzen können, so ist doch die Art, in der sich das Integument zur Herstellung eines äusseren Sceletes betheiligt, von nicht unbedeutendem Interesse. Es beginnt die Reihe der äusseren Sceletformen mit Theilen, die kaum als Stützapparate betrachtet werden können, und die nur ihrer allgemeinen Beziehungen wegen hier anzuführen sind. Den Ausgangspunct bildet immer die Lederhaut, an welcher ganz dieselben Processe sich abspielen, wie bei der Verknöcherung der bindegewebigen Grundlagen des inneren Sceletes. Die einfachsten Verhältnisse zeigen viele Schuppen*) der Fische. Hinsichtlich der äusseren Form sind bei diesen folgende durch Uebergänge verbundene Abtheilungen unterscheidbar:

1) Flache Knochenplättchen von meist rundlicher Gestalt, durch concentrische, wie Schichten sich ausnehmende Ringe ausgezeichnet, sowie auch häufig mit radiären Streifungen versehen, bilden eine der verschiedenen Formen, die namentlich bei Knochenfischen verbreitet erscheint. Der frei hervorragende Rand dieser Schuppen ist entweder ganz oder er zeigt gezähnelte Bildungen, welche auch häufig einen grossen Theil der freiliegenden Oberfläche bedecken können. Die letztere Form stellt die Ctenoid-, die erstere die Cycloidschuppen vor, welche beide für einzelne Abtheilungen der Fische charakteristisch sind; in der Grundform jedoch als flache Ossificationen papillenähnlicher Gebilde, sowie in ihrer Lagerung in der Haut, stimmen sie beide mit einander überein.

2) Durch Ossification der Cutis in grösserer Dicke entstehen feste Knochenstücke, die entweder mehr unregelmässige Formen annehmen, als kleine feste Körperchen der Haut eine rauhe Beschaffenheit verleihen, wie bei den Haien, oder die grössere Knochenplatten darstellen, häufig sogar in Haken oder Dornen auslaufen, wie dies bei der Familie der Sclerodermi, dann auch bei vielen Rochen der Fall ist. Die Epidermis geht ursprünglich, wie auch bei den vorigen, über diese Bildungen hinweg, häufig liegen letztere jedoch auch zu Tage, was besonders bei den stacheligen Schuppenbildungen als Regel erscheint. Derartige Schuppenbildungen werden als Placoidschuppen bezeichnet. Aus diesen Formen gehen dann auch grössere, in die Haut eingelagerte Knochentafeln der verschiedensten

*) Vergl. vorzüglich Leydig, Lehrb. d. Histologie p. 90.

Gestalt hervor. Sie sind entweder nur in einzelnen Reihen oder gruppenweise disponirt (z. B. bei den Stören), oder über den ganzen Körper mehr oder minder verbreitet, so dass sie bei fester Aneinanderfügung einen unbeweglichen Panzer bilden (z. B. bei den Kofferfischen). — Höchst eigenthümlich ist bei vielen Fischen das Verhalten der Deckknochen des Schädels, indem diese, zwar an Zahl und Lagerung wie typische Scelettheile erscheinend, häufig nur eine dünne Epidermisschichte über sich tragen und auch, wie z. B. bei den Stören (Fig. 106.), mit anderen exquisiten Hautknochen derart verbunden sind, dass man die gesammte Knochenbedeckung des Kopfes dem Hautscelete zurechnen möchte. Es kann dies dadurch erklärt werden, dass hier die Grundlagen des Integumentes mit jenen, die sonst unter demselben gelagert, die Deckknochen des Schädels hervorgehen lassen, frühzeitig sich vereinigen.

Fig. 106.



3) Eine andere Form der Schuppenbildung kommt durch Ueberlagerung der Knochensubstanz mit einer Emailschichte zu Stande. Dadurch entstehen die sogenannten **Schmelzschuppen**, die in den Umrissen mit den anderen übereinstimmen können, häufig jedoch durch ihre rhomboidale Gestalt ausgezeichnet sind, und dann wie bei den meisten Fischen aus der Ordnung der **Ganoiden** (z. B. Polypterus, Lepisosteus) beweglich unter einander sich verbinden, und wie die Schieferstücke eines Daches in schrägen Reihen den Körper überziehen.

Während so die Bildung eines Hautsceletes unter den Fischen in den mannichfachsten Variationen gefunden ward, so sehen wir sie bei den übrigen Wirbelthieren zurücktreten und nur einzelne Ordnungen dadurch ausgezeichnet. Ossificationen der Cutis finden sich unter den **Amphibien** in verschiedenen schildartigen Bildungen beim Hornfrosche (*Ceratophrys*), wie auch unter den **Reptilien** bei den Scincoiden verknöcherte, schuppenähnlich geformte Theilchen in der Haut vorhanden sind. Am meisten sind diese Hautknochen bei den Crocodilen entwickelt, wo sie in grösserem oder geringerem Zusammenhange stehen und eine Art

Fig. 106. Kopf von *Accipenser Sturio*, von oben, die Knochenschilder darstelleud (nach Heckel und Kner).

Panzer darstellen. Daran reihen sich die nunmehr fossilen Vorläufer der Crocodile, die gavialartigen Teleosaurier (*Teleosaurus*, *Mystriosaurus*) des Jura*). — Aehnliche verknöcherte Hautschilder, wie bei den Crocodilen, kommen auch bei Säugethieren vor, und es sind namentlich die Gürtelthiere (Dasypus) zu erwähnen, bei denen ein grosser Theil des Körpers (Rumpf, Kopf und Schwanz) mit an einander stossenden Knochentafeln gepanzert ist.

Das vollständigste Hautscelet besitzen die Schildkröten, bei denen in den einzelnen Gattungen Rücken- und Brustschild einen verschiedenen Grad der Verknöcherung aufweist. Im Integumente des Rückens entstehen anfänglich einzelne Ossificationspuncte, welche, sich vergrössernd, in ausgedehnte Knochenplatten übergehen, die in einer medianen, den Dornfortsätzen der Wirbel entsprechenden Reihe und zwei seitlichen Reihen angeordnet erscheinen. Ausserdem kommen noch am Rande des Rückenschildes besondere »Marginalplatten« hinzu, sowie auch das Bauchschild (Plastron) zumeist aus einer grösseren Anzahl (9), bei manchen unter einander verwachsenden Hautknochenstücken sich zusammensetzt**). Charakteristisch für das Hautscelet der Schildkröten ist seine Verbindung mit inneren Sceletttheilen. So gehen die Dornfortsätze der Brustwirbel, den des ersten und letzten ausgenommen, in die mittleren Knochenplatten des Rückenschildes über, sowie die rippenähnlichen Querfortsätze von den seitlichen Tafeln des Rückenschildes allmählich umwachsen werden, so dass bei manchen Schildkröten (Seeschildkröten) nur der Anfangs- und Endtheil jenes Rippenstückes, bei anderen (Landschildkröten) nur der Anfangstheil ausserhalb der entsprechenden Hautknochentafel zu finden ist. In der Verbindungsweise der einzelnen Knochenstücke des Hautschildes finden sich mancherlei Differenzen. In der Regel verwachsen die Tafeln des Rückenschildes vollständig unter einander, und häufig ist auch das Bauchschild sowohl in seinen einzelnen Stücken, als mit dem Rückenschilde fest verbunden. Nicht selten treten jedoch einige Stücke des Bauchschildes, bald vordere, bald hintere in weniger feste Verbindung und können dann klappenartig bewegt werden.

§. 39.

c) Vom inneren Scelete.

Die Sceletbildungen der Thiere bestanden bisher fast ausschliesslich aus Hartgebilden, die durch irgend eine Veränderung der äusseren

*) Verknöcherte Hautschilder waren auch bei den durch einen doppelten *Condylus occipitalis* den Amphibien nahe stehenden *Labyrinthodonten* (*Mastodonsaurus* und *Archegosaurus*) vorhanden.

**) Man hat früher das Bauchschild der *Chelonier* für das Homologon eines Sternum gehalten, bis durch Rathke seine Entstehung aus Hautknochen nachgewiesen ward. Entwickelungsgeschichte der Schildkröten. 1848.

Integumente hervorgingen oder doch in demselben ihre Matrix sahen und erst bei den Cephalopoden trafen wir auf die Anfänge eines inneren, Scelets, welches unabhängig von den Körperhüllen hervorgeht. Mit dem der Wirbelthiere hat es aber nichts als die allgemeine Bedeutung gemeinsam.

Das innere Scelet der Wirbelthiere stellt in seiner typischen Anlage eine die Länge des Körpers durchziehende feste Achse dar, welche immer bestimmte Beziehungen zu den übrigen Organsystemen besitzt. Ueber dieser Achse lagert das centrale Nervensystem, unter ihr aber das Blutgefässsystem und die Eingeweide. Zur Umschliessung dieser Organe gehen von der Längenachse noch feste, sehr verschiedenartig entwickelte Bildungen aus, welche oben einen Canal für das Rückenmark und eine Kapsel für das Gehirn bilden, indess nach unten gehende Fortsätze eine grössere Cavität für die Eingeweide und das Blutgefässsystem umschliessen.

Sowohl die Achse, als die an ihr befestigten oder mit ihr auch innig verbundenen bogenförmigen Anhänge können in ihrer Form, wie in der Zusammensetzung eine mannichfaltige Reihe von Modificationen eingehen, die uns als die verschiedenartigen Theile des knorpeligen oder knöchernen Scelets entgegentreten. Die gesammte Bildung des letzteren beherrscht zwar bei allen Wirbelthieren eine einheitliche Idee, die sich wie bei den verschiedenen Organsystemen aller übrigen Thiere in einer fortschreitenden Entwickelung vom einfacheren zum complicirteren kundgibt, die man aber auch hier nicht an den Einzelheiten, welche speziellen Verhältnissen sich beugen, aufsuchen darf. Man muss vielmehr auch hier das Typische in dem allgemeinen Plane, das Spezielle in der Ausführung derselben erkennen.

Die Achse des Rückgrates sammt den an ihm befindlichen Bogenstücken zeigt sich an ihren einzelnen Abschnitten in verschiedener Beziehung zu den Weichtheilen des Körpers und bildet mit ihrem oberen Bogen ein Nervenscelet, welches sich vorne zum Scheitel formt und hier noch mit besonderen, den Sinnesorganen zugehörigen Stücken bereichert ist. Dies untere Bogensystem stellt das Visceralscelet vor und ist besonders an seinem vordersten Theile reich entwickelt, wo es eine grosse Anzahl von Stützapparaten für Gebilde von verschiedenartiger Bedeutung entwickelt, so den Kiefergaumenapparat, Zungenbein und Kiemenbogen, während an seinem darauf folgenden übrigen Theile, ausser den die Eingeweidehöhle umschliessenden Rippen, noch die Stützapparate der Extremitäten im Brust- und Beckengürtel sich anschliessen.

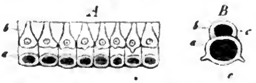
α) Von der Wirbelsäule.

Die erste Anlage und den Vorläufer des festen Scelets bildet, soweit bis jetzt bekannt, bei allen Wirbelthieren ein einfacher von einer besonderen Scheide umhüllter Längsstrang, die Rückensaite oder die *Chorda*

dorsalis. Diese durchzieht den Körper des Thieres vom vorderen bis ans hintere Ende, denselben in Rücken- und Bauchtheil trennend, und eine feste Grundlage für das ihr aufliegende centrale Nervensystem abgebend.

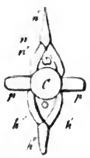
In bei weitem der grösseren Anzahl der Wirbelthiere stellt die *Chorda dorsalis* nur eine embryonale Bildung vor, welche sehr bald schon durch die in ihrer Peripherie auftretenden Elemente der späteren, in einzelne Abschnitte oder Wirbel gegliederten Wirbelsäule (*columna vertebrarum*) verdrängt wird, und im ausgebildeten Thiere nur noch in spärlichen hie und da vorhandenen Resten existirt, die keine Rolle bei der Sceletformation spielen. Der Uebergang des Sceletes von der einfachen *Chorda* in die vollkommen knöcherne Bildung der Wirbelsäule wird durch Veränderungen der *Chorda*-Scheide eingeleitet, an der knorpelartige Blastemmassen entstehen, die sich in einzelne gleichartige hinter einander ge-

Fig. 107.



legene Abschnitte differenziren. Diese stellen dann die Anlagen der Wirbel (Fig. 107) vor, und setzen sich noch mit anderen gleichfalls in der Umgebung der früheren *Chorda dorsalis* gebildeten Knorpelelementen in Verbindung, so dass der fertige Wirbel im Wesentlichen aus fünf verschiedenen Stücken besteht. Den Hauptheil oder Körper des Wirbels bilden die Segmente, in welche das an die Stelle der *Chorda* getretene Knorpelrohr sich gegliedert hat, und in jedes derselben lagern sich nach oben und unten zu Bogenstücke, welche sich

Fig. 108.



mit dem Wirbelkörper, als dem Centrum des Gesammtwirbels, verschieden innig verbinden. Das obere beständige Paar der Bogenstücke (Fig. 108 *n*.) umschliesst den Rückenmarkscanal, das untere (*h*) ist nur zuweilen vollständig entwickelt, und umschliesst dann einen Canal für Blutgefässe (*h'*). In Folge dieser verschiedenen Beziehungen der Bogenstücke hat man die oberen als Neurapophysen, die unteren als Haemapophysen bezeichnet. Sowohl die Bogen der ersteren wie die der letzteren werden in der Regel noch durch meist unpaare Stücke geschlossen, welche dann als obere (*n''*) und untere (*h''*) Dornfortsätze der Wirbel sich darstellen. Hiezu kommen noch andere Fortsatzbildungen, die theils mit dem Centrum, theils mit den Bogenstücken zusammenhängen, und sogar an den einzelnen Abschnitten einer Wirbelsäule sehr verschiedenartig auftreten können. Die wichtigsten dieser vom Wirbelkörper ausgehenden Fortsätze

Fig. 107. *A*. Stück vom Rückgrate eines Haifisch-Embryo (*Acanthias vulgaris*) von der Seite. *B*. Im senkrechten Querdurchschnitte. *a*. Anfänge für die Wirbelkörperbildung. *b*. Obere Bogen. *c*. *Chorda dorsalis* *c'*. Rückenmarkscanal. (Nach J. Müller.)

Fig. 118. Schematische Darstellung eines Wirbels. *C*. Centrum, Körper. *h*. Neurapophysen. *n'*. Nervencentrum. *n''*. Oberer Dornfortsatz. *h*. Haemapophyse. *h'*. Blutgefäss. *h''*. Unterer Dornfortsatz.

sind die Querfortsätze (*Processus transversi*) (*p*), welche sehr gewöhnlich die Befestigungsstellen der Rippen abgeben.

Die Zustände, die für die höheren Wirbelthiere nur einzelne Entwicklungsphasen ihres Scelets darstellen, und welche sehr rasch in die bleibende, vollendetere Bildung hinüberdrängen, erscheinen in einer Anzahl niederer Wirbelthiere persistirend, und durch zahlreiche Modificationen verschiedengradig ausgeprägt. Eine persistirende *Chorda dorsalis* ist bei vielen Fischen vorhanden, und stellt sogar bei *Amphioxus* die einzige Sceletbildung vor. Sie besteht überall aus einer faserigen oder knorpelähnlichen, meist gallertartigen Grundmasse, die von membranösen Scheiden umschlossen wird. Eine davon (Fig. 109. *ch'*.) steht mit der *Chorda* (*ch*) in innigerer Beziehung und stellt deren spezielle Hülle vor, indess die andere, diese umgebende sich nach oben fortsetzt (*a'*) und auch noch das Rückenmark (*c*) mit umschliesst. Dieselbe Scheide bildet auch noch einen zweiten Canal (*d*), der über jenem des Rückenmarks verläuft und mit Fettmasse erfüllt ist. Durch seine Beziehungen zum Rückenmark erscheint der obere Theil der äusseren *Chorda*-Scheide als die Vorbildung des oberen Bogensystems, sowie auch ein unteres Bogensystem durch das Vorkommen eines von derselben Scheide in der Caudalgegend gebildeten Canales zur Aufnahme der Schwanzgefässe dargestellt wird. In solcher Weise erscheint das Rückgrat ausser *Amphioxus* noch bei den *Myxinoiden*. Dagegen treten deutlichere Anfänge der Bogensysteme schon bei *Petromyzon* auf, und es zeigen sich hier knorpelige Platten in paariger Anordnung längs des häutigen Rückenmarkrohres gelagert, wodurch die erste Andeutung discreter Neurapophysen gegeben ist. Auch untere Bogen werden bei denselben Thieren durch knorpelige Längsleisten repräsentirt, die continuirlich unten an der Chorda verlaufen und in der Schwanzgegend sogar eine Canalbildung (den Caudalcanal darstellend) eingehen.

Fig. 109.



Hieran schliessen sich zunächst die Störe (*Acipenser*, *Spatularia*) und Chimären an; die gallertartige Rückensaite mit derber membranöser Umhüllung besteht noch unverändert, aber oberer und unterer Wirbelbogen sind vollkommener geworden, und werden zugleich aus mehreren Stücken zusammengesetzt; die oberen Bogen bilden einen vollständigen Verschluss für den Rückenmarkscanal, und stellen über diesem noch einen zweiten her, in den eine fibröse Bandmasse sich einlagert. An den unteren vorne mit ihren Enden stark divergirenden, bei den Chimären am Rumpftheile des Rückgrates nur durch zwei knorpelige Längsleisten dargestellten Bogenstücken,

Fig. 109. Senkrechter Durchschnitt durch das Rückgrat von *Amphioxus lanceolatus*. *ch*. *Chorda dorsalis* mit ihrer Scheide *ch'*. *a*. Häutige Umhüllung nach oben. *a'*. den Rückenmarkscanal *c*. umschliessend. *d*. darüber liegender zweiter Canal. (Nach J. Müller.)

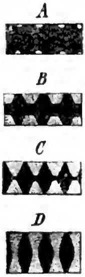
sind noch kurze Querfortsätze angebracht, die sich als gesonderte Knorpelstückchen verhalten, und die am Schwanze unter dem schon vorher von den Bogenschenkeln gebildeten Aortencanal noch einen zweiten, die untere Hohlvene aufnehmenden Canal umschliessen. Vorne in der Nähe des Schädels sind obere und untere Bogenschenkel, die auf dem übrigen Verlaufe des Rückgrates von einander getrennt bleiben, sowohl bei Chimären als Stören zu einem zusammenhängenden Knorpel-Ueberzuge der Chorda verschmolzen, und bei den Dipnoi hüllt sich die ganze Chorda in ein von ihrer Scheide aus gebildetes Knorpelrohr, welches sie als gelatinöser Achsenstrang durchsetzt. Obere und untere Bogenschenkel sind der membranösen Scheide des Knorpelrohrs eingefügt, ohne mit einander verbunden zu sein. Die oberen Bogenstücke werden wie beim Störe durch einen unpaaren Dornfortsatz abgeschlossen, die unteren, am ganzen Rumpf rippenartig divergirend, sind erst am Schwanze verbunden und dann gleichfalls mit Dornfortsätzen versehen. Die Bogenbildung am Rückgrate der Dipnoi stellt sich durch ihre Ossification als eine hinsichtlich der Textur höhere Form heraus, obgleich den Bogen noch keineswegs Wirbelabschnitte am Knorpelrohre entsprechen, so dass hieraus zu erkennen ist, wie die Fortbildung eines allgemeinen Grundplanes an den verschiedensten Bestandtheilen eines Organes beginnen kann, ohne sogleich auf das Ganze gleichmässig überzugreifen. Dieselbe Erscheinung stellt sich auch am Rückgrate der Chimären heraus; dünne ringförmige Knochenkrusten finden sich hier in der Faserscheide der Chorda, und deuten so ein Zerfallen derselben in einzelne Wirbel an, welche jedoch die Zahl der Bogenstücke vielfach übertreffen.

Die Anlage einer Differenzirung der continuirlichen Rückgratachse in discrete Wirbel kommt bei einer Abtheilung der Selachier noch auf einem anderen Wege zu Stande, indem bei den Notidaniden (*Hexanchus* und *Heptanchus*) von der Scheide der hier noch bestehenden *Chorda dorsalis* aus derbe Faserringe gegen letztere einwachsen, und an derselben von Stelle zu Stelle Einschnürungen bilden, welche je einem Wirbelkörper entsprechen. Letzterer Umstand wird ausser der Vergleichung mit höher entwickelten Wirbelbildungen vorzüglich aus den Insertionen der Bogenstücke erkannt.

In höherem Grade ist die Differenzirung durch die fortschreitende Bildung der Scheidewände ausgedrückt, die von aussen her nicht nur tiefer einwachsen, sondern auch an Masse zunehmen, so dass die Chorda beträchtlich verdrängt wird und nur noch zwischen den Septis eine grössere Dicke besitzt, während sie die letzteren als ein verschieden feiner Gallertstrang durchzieht. Jede dieser Scheidewände führt zur Bildung eines Wirbelkörpers, der auf diese Weise an beiden Enden je eine konische Vertiefung aufweist, welche mit jener des correspondirenden Wirbels von den Resten der gallertartigen *Chorda dorsalis* erfüllt wird, welches Verhalten sammt dem ihm zu Grunde liegenden Vorgang aus

nebenstehendem Schema (Fig. 110) zu ersehen ist. Die mit der Wirbelkörperbildung erscheinende Einschnürung der Chorda kann endlich in völlige Abschnürung übergehen, so dass die einzelnen in den biconcaven Enden der Wirbel eingeschlossenen Chordareste unter sich in keinem Zusammenhange stehen (Fig. 110 *D*). Die Selachier (mit Ausnahme der obenerwähnten), sowie die Teleostei besitzen diese Wirbelbildung in verschiedenen Ausbildungsgraden, und auch die Ganoiden mit knöchernem Scelete reihen sich hier an. Nur Lepisosteus macht eine merkwürdige Ausnahme, indem seine Wirbelkörper mit einem vorderen Gelenkkopfe und einer hinteren Vertiefung versehen sind.

Fig. 110.



Die Substanz der Wirbelkörper ist entweder rein knorpelig oder sie ist mit knöchernen Incrustationen versehen, oder gänzlich aus Knochenmasse gebildet. Die Bildung und Anfügung der Bogenstücke erleidet mehrfache Verschiedenheiten. Seitentheile und Schlussstück (*Proc. spinosus*) stellen bald discrete Knochen oder Knorpelstücke vor, und sind im ersteren Falle durch Zwischenknorpel mit dem Körper verbunden, bald sind sie direct unter einander oder mit dem Körper des Wirbels vereinigt, was vorzüglich bei den Knochenfischen der Fall ist. Die oberen Bogenstücke bilden häufig keinen vollständigen Verschluss für den Rückenmarkscanal, und entbehren dann der Dornfortsätze, die aber auch bei völligem Verschlusse fehlen können, sowie auch bei einigen Selachiern ein einziger Dornfortsatz für mehrere Wirbel zugleich besteht. Die unteren Bogenstücke verhalten sich im Wesentlichen auch bei Selachiern und Knochenfischen hinsichtlich der Bildung eines unteren Wirbelcanals für Blutgefässe in der schon oben angegebenen Weise und schliessen dann mit einem unteren Dornfortsatze von verschiedener Länge ab. — Wirkliche Querfortsätze, die wohl von den häufig wie Querfortsätze sich darstellenden Haemapophysen unterschieden werden müssen, sind bei manchen Fischen*) bekannt, und entspringen stets am Körper der Wirbel. Niemals sind die Rippen an ihnen befestigt, wodurch sie von den Querfortsätzen der meisten übrigen Wirbelthiere verschieden sind. Die knöchernen Wirbelkörper vieler Fische stehen noch durch besondere Gelenkfortsätze mit einander in Verbindung, die sowohl an der Basis der oberen, als der unteren Bogenstücke entspringen, und an den je vor-

Fig. 110. Schema für die Entwickelung der Wirbelkörper um die *Chorda dorsalis*. Die punctirten Theile stellen die von der Peripherie der Chorda her einwachsenden Wirbelkörper, das dunkler Gehaltene die *Chorda dorsalis* vor. Durchschnittsbilder.

*) So bei *Pleuronectes, Muraena, Polypterus* u. a.

hergehenden oder nachfolgenden Wirbeln in besondere Gelenkvertiefungen sich einlegen*).

Nach Art wie bei Fischen gebildete Wirbel sind noch bei den Amphibien vorhanden. So besitzen die Cöcilien, die Perennibranchiaten, und unter den Salamandrinen die Derotreten Wirbelkörper, deren Verbindungsflächen konisch vertieft sind, und von den oft sehr beträchtlichen Resten der *Chorda dorsalis* ausgefüllt werden, während bei Salamandern und Fröschen biconcave Wirbelkörper nur in den Larvenstadien bestehen, und dann einer vollkommneren Bildung Platz machen, indem die Wirbelkörper mit Gelenkflächen sich berühren. Diese sind bei den Salamandrinen vorn convex und hinten concav, bei den Fröschen aber ergeben sie in der Regel das umgekehrte Verhalten.

Wenn auch die *Chorda dorsalis* für das in Wirbel gegliederte Rückgrat den Vorläufer abgibt, und die Wirbelbildung aus der Scheide der Chorda, ganz wie bei den Fischen auseinandergesetzt, sich einleitet, so zeigen einige Batrachier (*Cultripes*, *Pelobates*, *Pseudis*) ein abweichendes Verhalten, insofern nur der obere Theil der Chordascheide an der Wirbelbildung betheiligt ist. Die Wirbelkörper werden hier vorzüglich durch die unter einander vereinigten Basen der oberen Bogenstücke gebildet und die Chorda verfällt unter diesen gelegen der Auflösung.

Obere Bogenstücke sind bei allen Wirbeln ausgebildet, von ihnen und zum Theile auch seitlich vom Körper entspringen die Querfortsätze, die bei den Batrachiern von beträchtlicher Grösse sind. Untere Bogenstücke sind nur bei den geschwänzten Amphibien an den Schwanzwirbeln vorhanden. Bei den ungeschwänzten Amphibien erscheint der einzige Schwanzwirbel als ein langer dolchförmiger Knochen (Fig. 126). Die einzelnen Wirbel sind noch mit besonderen, von den Neurapophysen entspringenden Gelenkfortsätzen versehen, von denen die hinteren auf die vorderen des nächstfolgenden Wirbels übergreifen.

Die Wirbelsäule der Reptilien bewegt sich in der Bildung ihrer Elemente innerhalb einer viel grösseren Breite der Entwicklung als es bei jeder anderen Classe der Fall ist. Fischähnliche Wirbelformen besitzen die fossilen Ichthyosauren. Auch die Schwanzwirbel einiger Eidechsen sind an den Körpern mit flachen oder vertieften Verbindungsflächen versehen. Schlangen, Eidechsen und Crocodile zeigen das hintere Ende des Wirbelkörpers mit einem Gelenkkopf, das vordere mit einer Gelenkpfanne ausgestattet. Dies Verhalten ist an den Halswirbeln der Schildkröten dahin modificirt, dass vorne convexe und hinten concave

*) Diese Gelenkfortsätze, auch bei Selachiern (z. B. an Rochen) vorkommend, beschränken sich bei den Knochenfischen auf die Schwanzregion. Es sind bald nur die oberen, bald die unteren, bald beide zusammen entwickelt. — Bei den Panzerwelsen (*Loricaria*) sind noch accessorische Fortsätze an den oberen Bogenstücken der 7 vordersten Wirbel angebracht, welche gegen die Knochentafeln des Hautsceletes sich stützen.

Wirbelkörper mit umgekehrt gestalteten alterniren, wobei dann noch biconvexe und biconcave sich zwischenreihen. An den Schwanzwirbeln ist gleichfalls eine Gelenkverbindung und zwar mittels vorderer Pfannen und hinterer Gelenkköpfe an den Wirbelkörpern eingerichtet, während die Rumpfwirbel unbeweglich verbunden sind. — Die oberen Bogen sind bei den Ichthyosauren nur lose den biconcaven Körpern aufgesetzt, und auch bei den Schildkröten, wo ihre Dornfortsätze am Rumpftheile mit dem Hautscelete verwachsen, existirt zwischen ihren Basen und dem Wirbelkörper in der Regel eine Nath, was auch für die Wirbel der Crocodile seine Geltung hat. Bei den übrigen Schlangen und Eidechsen besteht dagegen eine innige Verschmelzung. Die oberen Dornfortsätze zeigen nichts Bemerkenswerthes, als dass sie am Hals- und Schwanztheile, namentlich der Schildkröten, oft minder deutlich entwickelt sind. Die Gelenkverbindungen der oberen Bogen stellen sich in der Weise dar, dass die Gelenkfortsätze der vorderen auf die der nächst hinteren sich anlegen, mit Ausnahme der Schildkröten, an deren Halswirbeln die Gelenkfortsätze der hinteren auf die der nächst vorderen übergreifen.

Untere Bogenbildungen sind am Schwanztheile der Schlangen, der Eidechsen und Crocodile vorhanden, den beiden letzteren an den ersten Schwanzwirbeln fehlend, und an den letzten rudimentär gebildet; überdies sind sie nicht je einem Wirbelkörper, sondern, wie bei den geschwänzten Amphibien, an der Verbindungsstelle zweier angefügt. Sie laufen bei diesen Reptilien auch in kurze Dornen aus, während die Bogenstücke der Schlangen nicht selten unvereinigt bleiben. Ausserdem werden untere Bogen wie an den Rumpfwirbeln der Schlangen nur durch unpaare Dornfortsätze repräsentirt. — Die Querfortsätze entspringen von den oberen Bogen und sind oft nur als kurze Vorsprünge angedeutet, bei den Schlangen an den Schwanzwirbeln, bei den Sauriern an den Rückenwirbeln entwickelt.

Die bewegliche Verbindung der Segmente der Wirbelsäule am vorderen und hinteren Körperabschnitte, wie sie bei den Schildkröten existirt, ist auch eine Auszeichnung der Wirbelsäule der Vögel. Die Wirbelkörper sind in dieser Classe gleich jenen vieler Reptilien mit einem hinteren, stark vorragenden und einen Cylinderabschnitt darstellenden Gelenkkopf und einer vorderen Gelenkvertiefung versehen, und stehen mit den oberen Bogenbildungen in fester Verbindung. Die Art der Gelenkbildung an den Halswirbeln gestattet diesen eine grosse Beweglichkeit. Ihre Dornfortsätze sind an den vorderen Halswirbeln, sowie an den Rücken- und Schwanzwirbeln besonders ausgeprägt, der letzte Schwanzwirbel ist in der Regel nach oben zu in eine breite, senkrecht stehende Platte umgewandelt. Untere Dornen, als Repräsentanten des nicht entwickelten unteren Bogensystems, sitzen meist dem Körper der vorderen Rückenwirbel an, und sind auch an den Schwanzwirbeln vorhanden. Die Gelenkverbindung der Wirbelbogen geschieht durch zwei Paare von Fortsätzen, von denen das hintere Paar sich innen mit dem vorderen Paar

des nächstfolgenden Wirbels verbindet, was am Halstheile der Wirbelsäule am meisten, am Schwanztheile nur wenig entwickelt ist. Querfortsätze treffen sich namentlich an den Rückenwirbeln und Schwanzwirbeln und entspringen da von der Basis der oberen Bogen.

Die Wirbel der Säugethiere sind mit ihren Körpern nur ausnahmsweise (z. B. am Halse der Einhufer und Wiederkäuer) durch Gelenke mit einander verbunden, sonst nur mit meist vertieften, durch eingelagerte Bandknorpel ausgefüllten Flächen gegen einander gekehrt. Die oberen Bogenschenkel bleiben nur sehr selten längere Zeit oder durch's ganze Leben der Thiere selbständige Theile, sondern verschmelzen meist sehr früh mit den Körpern der Wirbel; sie fehlen nur den letzten Schwanzwirbeln. Die Ausbildung der oberen Dornfortsätze ist grossen Mannichfaltigkeiten unterworfen, denn sie fehlen häufig an den Halswirbeln, so z. B. den langhalsigen Wiederkäuern (Kameel, Giraffe), dann den Cetaceen, Pinnipedien und Insectenfressern. Ebenso sind sie in der Regel an den Schwanzwirbeln verkümmert, und am entwickeltsten treffen sie sich an demAnfange des Rückentheils der Wirbelsäule, wo ihre Ausbildung mit der Grösse und Schwere des vom Rumpfe zu tragenden Kopfes in geradem Verhältnisse steht. Untere Bogen sind nur am Schwanze vorhanden, wo sie zwischen je zwei Wirbeln sich ansetzen. Sonst sind untere dornartige Ansätze an verschiedenen Theilen der Wirbelsäule, zumeist aber an den Halswirbeln angebracht. — Die nur bei den Cetaceen *) wenig entwickelten Gelenkfortsätze an den oberen Bogen ergeben in Lage und Verbindungsart mancherlei Abweichendes, wovon ihre Entfernung von den Querfortsätzen, sowie ihre Vereinigung mit besonderen, zu Muskelinsertionen dienenden vorderen und hinteren Vorragungen anzuführen sind, welche accessorischen Fortsätze in der hinteren Rücken- und der Lendengegend am meisten ausgeprägt sind.

Die Querfortsätze geben durch ihren variabeln Ursprung, der bald vom Körper des Wirbels, bald von dessen Bogen stattfindet **), ihren geringen typischen Werth zu erkennen, sind aber bei den Säugethieren fast immer in hoher Entwicklung zu treffen, und nur die Monotremen zeigen verkümmerte Bildungen am mittleren Rumpftheile auf. Die relativ längsten sind bei den Walthieren zu finden.

An den verschiedenen Abschnitten des Rückgrates der Wirbelthiere trifft man sowohl auf eine Verschmelzung einzelner Wirbel unter sich, als auch eine Verbindung mit anderen Scelettheilen, welch letzterer Umstand dann meist mit einer grösseren Mannichfaltigkeit der Wirbelformen einhergeht, und eine secundäre Gliederung der ganzen Wirbelsäule in

---

*) Den Cetaceen fehlen von den letzten Wirbeln des Rückens an die Gelenkfortsätze.

**) Der Ursprung der *Processus transversi* am Wirbelkorper zeichnet sehr häufig die Lendenwirbel vor den übrigen aus.

einzelne grössere Abschnitte (Wirbelcomplexe) bedingt. Die aus solchen verschiedenen Bildungen und Verbindungen der Wirbelsäule mit anderen Sceletttheilen resultirenden Abschnitte werden dann als Hals-, Rücken-, Lenden-, Kreuzbein- und Schwanztheil bezeichnet, und zeigen in der Deutlichkeit ihrer Ausprägung eine Zunahme in der aufsteigenden Wirbelthierreihe.

Eine Vereinigung von Wirbeläquivalenten ist schon bei vielen Fischen vorhanden, sie findet statt an den vordersten Rückenwirbeln der Störe, der Rochen und der Chimären, allein diese Bildung ist weniger aus einem späteren Zusammentreten, als aus einer nicht vollständigen Differenzirung zu erklären, so dass sie von einer anderen, zwischen discreten Wirbeln bestehenden Verschmelzung unterschieden werden muss. Diese letztere trifft sich aber ausgebildet bei vielen Knochenfischen (vornehmlich den Welsen und Cyprinen), und tritt auch bei den Säugethieren unter den Walen wieder auf, deren Halswirbel auch durch ihre Kürze sich auszeichnen. Andere Verwachsungen von Wirbeln oder Wirbeltheilen finden sich am Schwanzende mancher Fische, bei denen die in starke senkrechte Platten umgewandelten Dornfortsätze zur Bildung der Schwanzflosse häufig ganz oder theilweise mit einander verwachsen sind. Ausser den schon oben erwähnten Verwachsungen der Dornfortsätze und oberen Bogen der Rückenwirbel bei den Schildkröten behufs der Bildung eines festen Panzers, finden noch Verschmelzungen einzelner Wirbel theils mit ihren Körpern, theils mit diesen und den Bogenstücken an jenen Stellen statt, wo der Tragapparat der hinteren Extremität (Beckengürtel) sich mit der Wirbelsäule verbindet. Die mit den Theilen des Beckengerüstes eine Verbindung eingehenden Wirbel sind immer durch eine beträchtliche Entwickelung ihrer Querfortsätze charakterisirt und werden als Kreuzbeinwirbel bezeichnet. Solche fehlen den Fischen gänzlich, und auch bei Amphibien ist nur einer und bei Reptilien (den *Sauriern*) sind zwei solcher Wirbel vorhanden, während bei den Vögeln und Säugethieren eine grössere Anzahl derselben besteht, und dadurch auch ein fester Abschnitt der Wirbelsäule auf eine grössere Strecke hin zu Stande kommt. Es sind bei den Säugethieren meist 3—4 Kreuzbeinwirbel vorhanden, die häufig erst im vorgerückteren Alter des Thieres völlig verschmelzen, doch kann sich deren Zahl auch bis auf 9 erheben, wobei dann immer auch die Sitzbeine eine directe Verbindung mit der Wirbelsäule eingehen (viele *Edentaten* und manche *Chiropteren**). Diese hier nur als Ausnahmefall erscheinende Verschmelzung einer so grossen Wirbelzahl ist dagegen bei den Vögeln zur Regel geworden, sie correspondirt der festeren Zusammenfügung des ganzen Rumpfscelets. Die Zahl der

---

*) Nur ein Kreuzbeinwirbel besitzt *Parameles*, 2 fast alle übrigen Beutelthiere, *Phascolomys* ausgenommen, welche 7 aufweist. — Unter den *Edentaten* sind nur 3—4 Kreuzbeinwirbel bei *Manis* vorhanden.

betreffenden Wirbel variirt von 9—20, und ist bei den strausenartigen Vögeln am höchsten, obgleich hier häufig keine völlige Verwachsung erscheint. Dagegen greift die Vereinigung sehr häufig auf die Rückenwirbel über und es verbinden sich dann die Dornfortsätze derselben zu einem stark vorstehenden, längs des ganzen Rückens verlaufenden Kamme, und erhöhen so die Festigkeit des ganzen Rumpfgerüstes. — Die Vereinigung einer Anzahl besonders charakterisirter Wirbel zu einzelnen, der ganzen Wirbelsäule eine gewisse Mannichfaltigkeit in der allgemeinen Gliederung aufprägenden Abschnitten, besteht nur bei den höheren Wirbelthieren, und wird vor allem durch die Entwickelung der Extremitäten, deren Anfügung an die knöcherne Achse und endlich durch die Bildung der übrigen, zum Scelete gehörigen Anhänge der Wirbelsäule (Rippen) influenzirt. — Bei den Fischen ist eine solche secundäre Gliederung der Wirbelsäule am mindesten ausgebildet, die Verschiedenheiten der einzelnen Wirbel unter einander sind nur unbedeutend, und selbst da, wo der Schwanztheil durch entwickelte untere Bogenbildungen sich von dem vorhergehenden Abschnitte markirt, sind schon an letzterem mehrfache Uebergänge wahrnehmbar, und es erstreckt sich die Verschiedenheit überhaupt nur auf die unteren Theile der Achse. Deshalb, und weil die Aequivalente einer hinteren Extremität niemals direct mit der Wirbelsäule verbunden sind, kann bei den Fischen nur ein Rumpf- und Schwanztheil unterschieden werden. Daran schliessen sich auch noch manche Amphibien und Reptilien, die unentwickelte Extremitäten besitzen, wie die Cöcilien, die Schlangen und selbst manche Saurier an, und bei diesen sind dann auch die Anhänge der Rumpfwirbelsäule fast in der ganzen Länge gleichartig gestaltet, oder doch mit so ausgesprochenen Uebergängen versehen, dass eine abermalige Trennung des Rumpfabschnittes nur schwer möglich wird. Mit dem Erscheinen der Extremitäten tritt auch eine deutlichere Modification der Anhangsgebilde der Wirbelsäule (Rippen) an einzelnen Abschnitten auf, und es können dann die schon oben namhaft gemachten Abschnitte unterschieden werden. Sehr häufig ist es schwer, ja fast unmöglich, diese Unterscheidung an allen Theilen durchzuführen, und es ist ebensowenig hierin ein bestimmtes Gesetz zu erkennen, als in den Zahlenverhältnissen, die sich für die ganze Wirbelsäule oder für die einzelnen Abschnitte treffen.

Die grösste Zahl der Wirbel ist bei den Reptilien und Fischen, die geringste bei den ungeschwänzten Amphibien vorhanden, zugleich ist aber auch bei den Fischen die grösste Differenz in der Wirbelzahl ausgedrückt, und in allen drei Classen ergibt sich eine ausserordentliche Verschiedenheit in der Vertheilung der Wirbel auf die einzelnen grösseren Abschnitte des Rückgrates*). In engeren Gränzen sich bewegende Zahlen

---

*) Die Zahl der Wirbel belauft sich bei den Aalen auf 113—204, beim Zitteraal sogar auf 236. Bei den Haien ist die höchste 365. Unter den Reptilien ergeben die

ergeben sich für Vögel und Säugethiere, bei den ersteren sich nicht viel über 50 erhebend, bei den letzteren nur selten über 70 hinausgehend, während die geringste Zahl für die Vögel 36, für die Säugethiere als 30 (beim Orang und fliegenden Hunde) sich ergibt. In beiden Classen der höheren Wirbelthiere erscheint mit der beschränkteren Wirbelzahl im Allgemeinen zugleich ein bestimmteres Zahlenverhältniss für die Abschnitte des Rückgrates, und es ist dies namentlich bei den Säugethieren um so constanter, je mehr die betreffenden Abschnitte dem Schädel genähert sind. In der Zahl der Halswirbel zeigt sich demnach die grösste Uebereinstimmung, in jener der Schwanzwirbel die grösste Verschiedenheit. Mit wenigen Ausnahmen sind bei den Säugethieren, bei noch so wechselnder Länge des Halses, 7 Halswirbel vorhanden *), während die Rückenwirbel inclusive der Lendenwirbel von 11 — 20 schwanken, und die Schwanzwirbel sogar von 2—46.

Ausgezeichnet vor den übrigen Wirbelbildungen sind die beiden ersten Wirbel bei jenen Vertebraten, deren Schädel beweglich mit dem Rückgrate verbunden ist. Man bezeichnet dieses Wirbelpaar als *Atlas* und *Epistropheus*. Der erste stellt die Gelenkverbindung mit dem Hinterhaupte her und besitzt zur Aufnahme der *Condyli occipitales* entsprechende Gelenkflächen: eine bei Reptilien und Vögeln, zwei bei den Amphibien und Säugethieren. Er erscheint bei den Amphibien und Vögeln als ein schmaler Knochenring, an dem das einem Wirbelkörper entsprechende Stück nur wenig entwickelt ist, welch letztere Bildung auch bei den übrigen Wirbelthieren sich trifft. In den Reptilien wird der Atlas meist aus mehreren Stücken dargestellt, die bei den Schildkröten und Eidechsen zu drei, bei den Crocodilen zu vier bestehen, indem sich bei letzteren noch ein besonderes, den Dornfortsatz darstellendes Schlussstück zwischen die seitlichen Bogen einschiebt. Der Atlas der Säugethiere ist besonders durch seine beträchtlichen, flügelartige Platten darstellenden Querfortsätze ausgezeichnet, die nur bei den Affen durch ihre mehr konische Form der menschlichen Bildung sich nähern. Sein Körper stellt bei den Beutelthieren häufig ein gesondertes Stück vor, welches sogar bei manchen niemals verknöchert. Der zweite Halswirbel (*Epistropheus*) ist bei den Amphibien wenig auffallend gebildet, bei den übrigen Wirbel-

Schlangen die höchsten Zahlen mit 289 für *Trigonocephalus lanceolatus*, 303 für *Boa constrictor*, und 422 für *Python javanicus*. — Auch unter den Eidechsen kommen oft weit über hundert vor, und auch die fossilen Meersaurier besitzen eine beträchtliche Zahl, so *Ichthyosaurus* 126. — Die Batrachier sind dagegen mit nur 10 Wirbeln versehen, die bei Pipa durch Vereinigung der beiden ersten und letzten sogar auf 7 herabsinken kann. Es findet aber in dieser Classe auch eine beträchtliche Vermehrung statt, indem die geschwänzten Amphibien, wie *Proteus* 58, *Amphiuma* gegen 100, und die *Cöcilien* gegen 200 Wirbel aufweisen.

*) Eine Verminderung um einen Wirbel ist vom australischen *Manati* bekannt; doch scheinen auch deren 7 vorkommen zu können. Eine Vermehrung der Halswirbel auf 8 findet sich bei *Bradipus torquatus*, auf 9 bei *Br. trydactylus*.

thieren aber durch ein mit seinem Körper verbundenes Stück, den sogenannten Zahnfortsatz, ausgezeichnet, welcher sich bei den Vögeln in eine besondere ringförmige Gelenköffnung am Körper des Atlas einlegt. Bei den Schlangen, Vögeln und den meisten Säugethieren ist er mit dem Körper des *Epistropheus* verwachsen, bei den Crocodilen nur durch Nath verbunden, dagegen besteht er getrennt bei Schildkröten und Eidechsen, sowie bei den Walen. Diese Trennung des *Processus odontoideus* von dem Körper des Epistropheus, die selbst in jenen Fällen, wo eine spätere innige Verbindung auftritt, oft noch lange Zeit (wie bei Vögeln) von einer früheren Entwicklungsperiode aus fortbesteht, liess eine auch durch die Entwicklungsgeschichte begründete Ansicht entstehen, nach der jenes Knochenstück ursprünglich nicht dem Epistropheus angehöre, sondern vielmehr den Körper des Atlas vorstelle; der im Vergleiche mit andern Wirbelkörpern wenig entwickelte, gewöhnlich als Körper bezeichnete Theil des Atlas entspräche dann den vereinigten Bogenstücken, zwischen welche noch ein unpaares Schaltstück sich einfügt.

Während die Wirbelsäule, wie sie eben geschildert ward, nur Theile aufweist, welche als Bogenstücke mit den Körpern der Wirbel, oder als Fortsätze mit letzteren oder mit den Bogensystemen in Verbindung waren, so kommen am Rückgrate der Fische auch noch accessorische Stücke vor, die nicht mit den Centren sich verbinden. Es sind Schaltstücke (*cartilagines intercrurales*, *ossa intercruralia*), welche sich zwischen die Bogenschenkel einfügen und zur Vervollständigung des Daches über dem Rückenmarkscanale, oder des unteren, durch die Hämapophysen geformten Canales beitragen. Solche untere Schaltknorpel sind bei Rochen und Stören vorhanden, obere finden sich ausser bei Stören, Chimären noch bei Petromyzon, am ausgebildetsten aber bei den Haien, wo sie sogar bis zu dreien zwischen je zwei Bogenschenkeln vermehrt sind.

§. 40.

β. Von den Rippen.

Von der Wirbelsäule entspringen als typische Einrichtung der Wirbelthiere eine Anzahl paariger Knochenstücke, welche in bogenförmigem Verlaufe die Körperhöhle umziehend der Medianlinie der Bauchfläche mit ihren Enden mehr oder minder sich nähern, und dort im Falle ihrer vollkommensten Entwickelung mit Verbindungsstücken zusammentreffen können. Diese bogigen Scelettheile nennt man Rippen (*costae*). Die medianen Verbindungsstücke auf der Ventralfläche stellen das sogenannte Brustbein (*sternum*) vor. Die Vereinigung von Rippen und Sternum bringt ein festes vorzüglich am Rumpfe des Körpers entwickeltes Gerüste zu Stande, welches nach hinten zu minder ausgebildet ist, vorne dagegen meist vollkommener sich darstellt und dann als Thorax bezeichnet wird.

Man hat die Rippen theils wegen ihres Ursprunges von der festen Körperachse, theils wegen ihres bogenförmigen Verlaufes, als Aequivalente jener oberen Bogenstücke angesehen, welche den Rückenmarkscanal umschliessen, und ist in dieser Annahme besonders dadurch bestärkt worden, dass an jenen Theilen des Rückgrates, welche rippentragend sind, gewöhnlich keine anderen unteren Bogen vorkommen. So könnten also die Rippen nebst ihrer Vereinigung als untere Bogenstücke gelten, welche sammt den entsprechenden Wirbelcentren und den oberen Bogen (*Neurapophyses*) je einen typischen Wirbel ausmachen.

Die Verhältnisse, unter denen die Rippen bei den Fischen sich inseriren, lassen jedoch eine andere Auffassung Platz greifen, nach der man die Rippenbildungen nicht als Aequivalente von unteren Bogen anzusehen hat. Sie stellen vielmehr secundäre Anhänge der Wirbelsäule vor, welche nur der ventralen Sphäre zukommen, und an der dorsalen ohne Homologa sind.

Die Rippen erscheinen, abgesehen von ihrem sehr differenten ihr Volum influenzirenden Ausbildungszustande, als gebogene, breitere oder schmalere Sceletstücke, die bald aus Knochen, bald aus Knorpel, bald auch wieder aus beiden bestehen. Bei der typischen Bildung einer Rippe muss man zwei Stücke unterscheiden, erstlich das mit der Wirbelsäule verbundene Stück, welches man als den Körper der Rippe bezeichnet, und zweitens jenen Abschnitt, welcher bei vorhandenem Sternum an dieses sich inserirt, oder überhaupt dem Rippenkörper als ventraler Fortsatz angelagert ist und den unteren Theil der ganzen Rippe vorstellt. Man kann bei der Beständigkeit des Vorkommens einer solchen Gliederung der Rippe in zwei Theile den oberen als *pars dorsalis*, den unteren als *pars ventralis* bezeichnen. Der Ausbildungsgrad dieser beiden Stücke ist bei den einzelnen Abtheilungen der Wirbelthiere ein ausserordentlich verschiedener. Bald besteht nur die *pars dorsalis*, bald ist nur die *p. ventralis* vorhanden, oder die erstere ist verknöchert und die letztere knorpelig bleibend, oder es sind beide verknöchert, und die ventralen Stücke (*ossa sterno-costalia*) sind alsdann durch eine Knorpelnath mit den dorsalen in Zusammenhang. Diejenigen Rippen, welche mit dem Sternum verbunden sind, werden als wahre, diejenigen, welche ein Sternum nicht erreichen, als falsche bezeichnet.

Die Insertionsverhältnisse der Rippen am Rückgrate sind sehr mannichfaltig, doch lassen sich vor allem zwei wesentlich abweichende Zustände auseinanderhalten. Im ersten inserirt sich die Rippe nicht am Wirbelkörper, oder einem diesem angehörigen Theile, sondern an den unteren Bogenstücken. Hierher gehören die Rippen der Fische, welche an den Haemapophysen sich ansetzen. Im andern Falle ist die Insertion am Wirbelkörper oder doch an einer von diesem ausgehenden Apophyse, welche dann meist der Querfortsatz ist, dessen Ursprung sich verschieden weit an die Basen der oberen Bogenstücke verschieben kann. Wir erhalten in diesem Falle wiederum eine dreifache Modification:

1. Im einfachsten Falle inserirt sich die Rippe direct am Centrum des Wirbels, ohne ein Dazwischentreten eines Querfortsatzes.
2. Es setzt sich die Rippe an einen vom Wirbelcentrum entspringenden Fortsatz, der aber nicht als Hämapophyse zu deuten ist.
3. Sie inserirt sich sowohl an den Wirbelkörper als an einen Fortsatz, und es ist dann an ihrem Ende ein *Capitulum* und *Tuberculum* unterscheidbar, wovon letzteres der Apophyse, ersteres dem Wirbelkörper articulirt.

Diese drei Modificationen vertheilen sich verschiedengradig über die einzelnen Classen, es können aber auch bald einige, bald alle in einem Thiere vereinigt vorkommen.

Es liegt ursprünglich in dem Plane des Wirbelthiersceletes, dass ein jeder Wirbel eine Rippe zu tragen befähigt ist, allein es kommt dieser Plan oft nur an einzelnen Abschnitten der Wirbelsäule zur Ausführung, und ein grosser Theil der Wirbel ist nur mit rudimentären Rippen ausgestattet, während sie andere sogar vollständig entbehren. — Eine eigenthümliche Erscheinung bieten die verkümmerten Rippen dar, wie sie meist am Halstheile des Rückgrates sich finden. Es sind hier nämlich die Rudimente häufig mit dem Wirbel zu einem Stück verwachsen, und stellen mit diesem ein einheitliches Knochenstück vor, welches von anderen nicht rippentragenden oder der Rippen entledigten Wirbeln durch die Verbindung mit fremden Elementen wesentliche Verschiedenheiten bekommt, die aber durch die vergleichende Beobachtung auf ihren wahren Grund zurückgeführt werden können.

Unter den Fischen sind Rippenbildungen bei denjenigen fehlend oder wenig ausgebildet, deren Scelet noch eine vollständige *Chorda dorsalis* besitzt, oder im knorpeligen Zustande verharrt. So fehlen sie bei Amphioxus und den Cyclostomen, und sind bei den Selachiern, den Stören, dann aber auch bei vielen Knochenfischen nur rudimentär*). Ihre Ausdehnung erstreckt sich über den ganzen Rumpftheil der Wirbelsäule, aber auch am Schwanze kommen noch Rippenbildungen vor, so dass also auch hierdurch für die geringe Differenzirung der einzelnen Abtheilungen des Rückgrates ein ferneres Moment gegeben ist. Die Rippen der Fische sind in der Regel an die unteren Bogenschenkel der Wirbelkörper befestigt, welche ersteren am Rumpftheile meist weit divergiren, und nur am Schwanze zur Bildung eines Gefässcanals sich zusammenlegen. Eine Befestigung an Querfortsätze der Wirbelkörper findet dagegen niemals statt, denn selbst in jenen Fällen, bei welchen untere Bogenschenkel am Rumpftheile fehlen, wogegen solche *Processus transversi* bestehen wie

*) Unter den Knochenfischen fehlen die Rippen den Plectognathen und den Lophobranchiern, auch bei *Lophius* u. a. sind keine Rippen vorhanden, und in den übrigen Abtheilungen entbehren häufig einzelne Wirbel der Rippen. Man hat diese, wenn es die ersten am Rumpf waren, auch als »Halswirbel« bezeichnet, wiewohl fälschlich, da ein Hals bei den Fischen nicht vorhanden ist, was vor allem aus der Befestigung der vorderen Extremität am Schädelgerüste hervorgeht.

bei *Polypterus*, erfolgt die Insertion der Rippen unterhalb der letzteren, direct am Wirbelkörper, und auch bei manchen Haien findet eine derartige Verbindung statt.

Die Form der Rippen ist je nach der Seiten-Wölbung des Rumpfes mehr oder minder gebogen, ihre Stärke oben meist beträchtlicher, nach unten zu abnehmend. Sie bestehen bei allen Fischen, mit Ausnahme der Störe, aus einem Stücke, welches der *pars dorsalis* der typischen Rippenbildung homolog zu erachten ist. Dem entspricht auch der Mangel eines Sternums. Die Rippen der Fische sind also in der Medianlinie des Bauches unter einander nicht verbunden, es sind falsche Rippen, und da, wo eine paarweise Vereinigung mehrerer Rippen an der Bauchlinie stattfindet*), geschieht diese zwar durch paarige oder unpaarige, aber dem Integumente angehörige Hart-Gebilde, die nicht mit einem Sternum zu verwechseln sind.

Von den Rippen müssen andere nur rippenähnliche Gebilde unterschieden werden, die sich theils an die eigentlichen Rippen, theils an die Wirbelkörper oder deren Querfortsätze anfügen. Es sind dies die sogenannten Fleischgräten, meist Yförmige, zwischen die Seitenmuskeln eingelagerte Knochenstückchen, welche nicht selten die Rippen an Stärke übertreffen. Die bei den verschiedenen Fischen sehr variable Verbindung dieser rippenähnlichen Knochenstäbchen mit der Wirbelsäule, hat jedoch ihre morphologische Bedeutung als rein accessorische Sceletheile, die man etwa nur verknöcherten Zwischenmuskelbändern vergleichen kann, erkennen lassen**).

Die Rippen der Amphibien sind im Ganzen nur rudimentär, und stellen in keinem Fall wahre Rippen vor. Am wenigsten sind sie bei den eigentlichen Batrachiern ausgebildet, indem hier an den Querfortsätzen nur einiger Wirbel — meist ist es der dritte und vierte — kleine knorpelige Anhänge vorkommen, die man als Rippen deuten kann. Bei den Cöcilien, den Salamandrinen und Perennibranchiaten kommen deutlichere, wenn auch noch kurze Rippen vor, die sich auf alle Rumpfwirbel erstrecken, und selbst auf die ersten Schwanzwirbel übergehen. Eine Vervollständigung der Rippenbildung wird durch *Ligamenta intermuscularia* angedeutet, welche von den Enden der Rippen ausgehen.

Auch unter den Reptilien kommen falsche Rippen noch in grosser Verbreitung vor, sie sind vorhanden bei den Schlangen und schlangenartigen Sauriern, bei denen zugleich alle Wirbel des Rumpfes (den Atlas ausgenommen) mit beweglich eingelenkten Rippen versehen sind, wobei nur die vordersten etwas kürzer erscheinen. Auch den übrigen Sauriern, sowie den Crocodilen kommen am Hals- und Rumpftheile Rippen zu, die

*) Dies ist bei mehreren Fischen aus der Familie der Clupeiden der Fall.

**) Man hielt sie früher für wirkliche Rippen und hat so den Fischen mehrere Rippenformationen zugeschrieben, äussere, die zwischen den Muskeln lägen, und innere, welche die Bauchhöhle begränzten (Cuvier, Meckel, Agassiz), bis durch J. Müller ihr wirklicher Werth nachgewiesen ward.

aber am ersten Abschnitte der letzteren wahre Rippen vorstellen, indem sie sich mit einem Brustbein verbinden. Bei vielen Eidechsen ist eine Anzahl der Rippen durch eine knorpelige *pars ventralis* mit der der anderen Seite im Bogen verbunden, während bei anderen Eidechsen die Stelle dieser Bauchrippen durch *inscriptiones tendineae* in den geraden Bauchmuskeln angedeutet wird. Sehr ausgebildet sind die *Sternocostalia* der Brustrippen der Crocodile, indem sie in zwei knorpelige Abschnitte zerfallen sind, von denen der eine jedoch sich nicht gleichmässig an das Sternum inserirt. Hinter diesen Sternocostalstücken folgt noch eine Reihe von 7 Bauchrippenpaaren, die sich in der *Linea alba* mit einander verbinden, jedoch ohne Dorsaltheil sind, obgleich sie in Zahl und Lagerung den Lendenwirbeln und den letzten Rückenwirbeln entsprechen. An der Verbindungsstelle der *p. ventralis* mit der *dorsalis* der wahren Rippen sind mit der *pars dorsalis* starke nach rückwärts gerichtete Fortsätze verbunden, welche sich über die nächstfolgenden Rippen, sie deckend, hinwegbegeben und zur grösseren Festigung des Thorax beitragen. Auch an den Halsrippen sind solche Hakenfortsätze (*processus uncinati*) angebracht, so zwar dass mit dem Ende einer jeden ein vorderer und ein hinterer Fortsatz in fester Verbindung steht.

Besonderen Modificationen unterliegen die rippenähnlichen Bildungen bei den Schildkröten, durch welche ein Theil des festen Hautpanzers hergestellt wird. Die in das Rückenschild eingehenden 8 Paare gewöhnlich als Rippen bezeichneter Anhänge sind nämlich anfänglich mit einem besonderen Schenkel von Wirbelkörpern, mit anderen von den oberen Bogenstücken entspringend, welche Schenkel eben nur Theile des ursprünglichen Wirbels selbst ausmachen, so dass man bei ihrem continuirlichen Uebergang in die übrige Rippe, die gesammte Rippenbildung nicht mit jener der zunächst stehenden Wirbelthiere ohne weiteres vergleichen kann. Es sind vielmehr der embryonalen Anlage nach nur Querfortsätze von Wirbeln, welche erstere hier zu einer bedeutenden Ausbildung, ja sogar besonderen Differenzirung gelangen, aber niemals das Brustbein erreichen. Mit dem Auftreten der knöchernen Tafeln im Integumente des Rückens gehen diese sogenannten Rippen allmählich in die seitlichen Knochentafeln über, indem sie von ihnen mehr oder minder umwachsen, ja in manchen Fällen sogar von ihnen vollständig eingeschlossen und endlich resorbirt werden *).

Fig. 111.



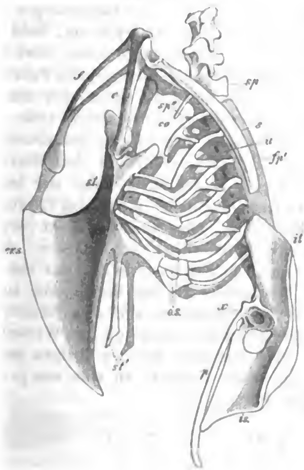
Die bei Crocodilen erwähnten Halsrippen sind auch bei den Vögeln in ähnlich ausgebildeter Weise vorhanden (Fig. 111. *co*) und zeigen sich mit zwei Stellen der Wirbel, dem Körper und dem Querfortsatze

Fig. 111. Halswirbel von *Vultur cinereus*. *c*. Körper. *p*. Bogen. *c*. Schlussstuck. *co*. Rippenrudiment. Nach Carus.

*) Vgl. H. Rathke, Ueber die Entwicklung der Schildkröten. Braunschw. 1848.

derart verwachsen, dass von ihnen jederseits eine Oeffnung umschlossen wird, das *foramen vertebrale.* Solche Rippenrudimente kommen auch den Halswirbeln der Säugethiere zu, und verbleiben am letzten sogar noch längere Zeit als getrennte Stücke bestehen*). Bewegliche kurze Rippen folgen auf die verwachsenen bei den Vögeln, und sind oft nur durch ein Tuberculum an den Querfortsätzen befestigt, so dass das *foramen vertebrale* an manchen Stellen nicht vollständig gebildet wird. Die wahren Rippen sind bei derselben Classe immer aus den beiden Theilen zusammengesetzt, die unter einander in beweglicher Verbindung stehen. Beide Theile sind immer verknöchert zu treffen, und die einen (Fig. 112. *o. s.*) (*ossa sternocostalia*) lenken auch beweglich am Brustbeinrande ein, wo ihre beiden kleineren Gelenkköpfe sogar auf besondere Vertiefungen treffen. An dem dorsalen Theile der Rippen sind *processus uncinati* (Fig. 112. *u*) angebracht, die sich in verschiedener Ausdehnung über die nächstfolgenden Rippen erstrecken. — Die Sternocostalknochen sind unter den Säugethieren noch bei Edentaten und Cetaceen vorhanden, und bei den letzteren mit dem Rippenkörper in ähnlichem Winkel verbunden, wie bei Vögeln. Die übrigen Säugethiere sind an der Stelle der Knochen nur mit Rippenknorpeln versehen, die aber unter Umständen auch verknöchern können.

Fig. 112.



Mit dem Brustbeine sind nur die vordersten Rippen des Rückens verbunden, einige der hinteren stellen falsche Rippen vor, die bei den Säuge-

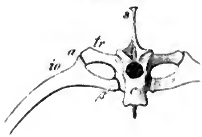
Fig. 112. Thorax, Schultergürtel und Becken von *Ciconia alba*. *st.* Brustbein. *st'* Abdominalfortsätze desselben. *cr. s.* Brustbeinkamm. *f.* Vorderes Schlüsselbein (*furcula*). *c* Hinteres Schlüsselbein. *s.* Scapula. *os.* *Ossa sternocostalia.* *u.* *Processus uncinati.* *sp.* Dornfortsatz des ersten Brustwirbels. *sp'* Verschmolzene Dornfortsätze. *il.* Darmbein. *is.* Sitzbein. *p.* Schambein. *x.* Pfanne des Hüftgelenks.

*) Besonders auffallend ist dies bei den Halsrippen der Monotremen. Auch die beiden an den überzähligen Halswirbeln sitzenden Rippenpaare bei *Bradypus tridactylus* bleiben getrennt, so dass man vielleicht diese Wirbel als die ersten Brustwirbel betrachten kann.

thieren viel zahlreicher und häufiger verbreitet vorkommen als bei den Vögeln, und es sind vorzüglich die Cetaceen, welche die extremsten Zahlenverhältnisse aufweisen*). — Sowohl Länge als Breite der Rippen bieten zwar sehr verschiedene, allein im Ganzen wenig wichtige Verhältnisse, und es kann hier etwa nur noch der ausnehmend in die Breite entwickelten fest mit ihren hinteren Rändern übereinander greifenden Rippen mancher Edentaten gedacht werden.

Die Verbindung der Rippen mit der Wirbelsäule findet bei Säugethieren, Vögeln und auch bei Crocodilen mittels Capitulum (Fig. 113. β) und Tuberculum (α) statt, wie dies schon oben bei den Halsrippen der beiden ersten Classen erwähnt ist. Hiervon kommen nun mehrfache Abweichungen vor, indem bald nur der Querfortsatz, bald nur der Wirbelkörper die Rippe trägt, was man sich dann durch eine mangelhafte Entwicklung entweder des Tuberculum oder des Capitulum hervorgerufen vorstellen kann. Es sind die meisten Brustrippen der Crocodile, die ersten, noch nicht mit dem Sternum verbundenen Brustrippen vieler Vögel, häufig auch einige der letzten Rippen nur mit Querfortsätzen im Zusammenhang, indem das Capitulum entweder den Wirbelkörper nicht erreicht, oder auch gar nicht vorhanden ist. Dies zeigt sich noch ausgebildeter bei den Cetaceen, deren hintere Rippen stets, zuweilen sogar auch die vorderen, nur mit den Querfortsätzen verbunden sind. Die andere Art der Vereinigung ist bei den Monotremen ausgeprägt; die Rippenköpfchen sind ausgebildet, die Tubercula rudimentär, und erstere articuliren dann mit den Wirbelkörpern, und zwar legen sie sich, wie dies auch bei den übrigen Säugethieren an fast allen wahren Rippen der Fall ist, an eine von je zwei Wirbeln gemeinschaftlich gebildete Fläche.

Fig. 113.



§. 41.

γ. Vom Sternum.

Das Brustbein bildet die Vereinigung von mehreren Rippen, und stellt so den ventralen Abschluss des von jenem gebildeten Thoracalgewölbes her. Ausserdem dient es noch vielfach der vorderen Extremität als Stütze, und kann in enge Beziehungen zum Schultergürtel treten, desshalb in vielen Fällen rudimentärer Rippenbildung vorhanden sein. Die Zahl der das Sternum zusammensetzenden Sceletbestandtheile ist

Fig. 113. Rückenwirbel von *Falco buteo*. *c*. Körper. *s*. Dornfortsatz. *tr*. Querfortsatz. *io*. Rippe. *α*. Tuberculum der Rippe. *β*. Rippenköpfchen.

*) Von 11 Rippen verbindet sich bei Walfischen nur eine mit dem Brustbeine. Bei den Delphinen kommen schon mehr (4—5) wahre Rippen vor.

mannichfach verschieden, und eben so wechselnd sind Form und Beziehungen zu den benachbarten Scelettheilen.

Ein Sternum fehlt bei den **Fischen**, es geht auch den **Schlangen** ab, und selbst den **Schildkröten**, da deren Brustschild (Plastron) aus modificirten Integumentbildungen, wie an betreffender Stelle gezeigt ward (vergl. oben pag. 400), hervorgegangen ist*).

Obschon wir uns das gesammte Sternum in seiner typischen Grundform aus einer Reihe einander gleichwerthiger hintereinander liegender paariger oder unpaarer Elemente bestehend vorstellen, so sind doch wegen der eigenthümlichen Beziehungen der einzelnen Theile besondere Abschnitte zu unterscheiden. So wollen wir den mittleren Theil (Körper), mag er aus mehreren Stücken bestehen oder einfach sein, als **Mesosternum**, den oberen Ansatz als **Episternum**, und das als *processus xiphoideus* bekannte Endstück als **Hyposternum** bezeichnen, wobei neben der Gleichartigkeit des Planes die verschiedene Verwendung ausgedrückt wird.

Bei den **Amphibien** sind rudimentäre Sternalbildungen in der Abtheilung der Perennibranchiaten und Salamandrinen vorhanden, und erscheinen hier in Form eines knorpeligen schmaleren oder breiteren Stückes, welches zumeist nach hinten in eine dünne Lamelle ausläuft, jedoch mit dem Scelettheile des Schultergürtels nicht direct sich verbindet. Es entsprechen diese Stücke nun einem Hyposternum, so dass also der eigentliche Körper eines Sternums (das Mesosternum) bei jenen Amphibien gar nicht vorhanden ist.

Ausgebildeter sind die Beziehungen des Brustbeins zum Schultergürtel bei den Batrachiern, was vor allem durch die Entwicklung des Brustbein-Körpers (Fig. 114. *s*) erreicht wird. Zwei der Schulterknochen [die Clavicula (*cl*) und das *Os coracoideum* (*co*)] vereinigen sich nämlich in der Mittellinie zu einem unpaaren knorpeligen Stücke, welchem in der Regel noch ein hinterer, nicht selten auch noch ein vorderer knöcherner Ansatz zukommt. Der letztere, in seinem Vorkommen unbeständig, verschmälert beim Frosche nach vorne zu, und geht dann in eine querstehende Knorpelplatte über (*e*). Man vergleicht ihn einem *manubrium sterni*. — Der hintere niemals fehlende Ansatz ist auch durch seine Breite vor dem vorderen ausgezeichnet, und trägt gleichfalls eine breite Knorpelplatte, welche zur Flächenvergrösserung des gesammten Schulter-

Fig. 114.

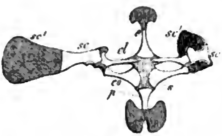


Fig. 114. Sternum und Schultergürtel von *Rana temporaria*. *e*. Episternum. *s*. Mesosternum. *p*. Hyposternum. *cl*. Vorderes, *co*. hinteres Schlüsselbein. *sc*. Scapula. *sc'* Knorpeliger Ansatz.

*) Es fehlt auch gänzlich bei den *Coecilien* und bei *Proteus*.

gürtels mitwirkt und mit dem knöchernen Stücke als Hyposternum (Fig. 114. *p*) gedeutet werden muss.

An die rudimentäre Bildung des Brustbeins der Amphibien schliesst sich jenes der fossilen Enaliosaurier an. Wie dort sind auch hier die Stützknochen des Schultergürtels (die Coracoidea) unter einander in der Medianlinie verbunden und vor ihnen lagert bei Ichthyosaurus nur ein Tförmiges Episternum an, welches bei Plesiosaurus stärker ausgebildet in zwei seitlich die Claviculae stützende etwas gebogene Fortsätze sich auszieht. So formt sich hier noch eine continuirliche Vermittlung zu den noch lebenden Repräsentanten dieser Classe.

Die lebenden Reptilien sind vor den Amphibien vorzüglich dadurch ausgezeichnet, dass mit dem Sternum immer einige Rippenpaare verbunden sind. Das Sternum, welches ausser den schon oben namhaft gemachten Ordnungen nur bei den schlangenähnlichen Sauriern rudimentär ist*), wird in der Regel aus zwei Stücken zusammengesetzt, erstlich aus einem grossen, platten, rhombisch gestalteten Stücke (Fig. 115. *s*), und einem accessorischen Theile, der sich dem ersteren aufgelagert, über es hervorschiebt, und durch einen mittleren längeren, vorne in zwei querstehende Fortsätze ausgezogenen Knochen (*t*) dargestellt wird. Man könnte dieses Stück seiner Lage nach als Episternum bezeichnen, und es dem *manubrium sterni* der Säugethiere zur Seite setzen, wenn nicht das Manubrium aus dem vordersten, ursprünglich paarigen Elemente des Brustbeins sich entwickelt, während der accessorische Tförmig gestaltete Knochen der Saurier in der Mittellinie des Körpers seine Entstehung nimmt, und gleich nach seinem Auftreten ohne jemals knorpelige Beschaffenheit gehabt zu haben verknöchert**). Als das morphologische Aequivalent des Manubriums der Säugethiere ist daher die rhomboidale Platte der Saurier (Fig. 115. *s*) anzusehen. An die beiden Vorderwände dieser Platte schliessen sich Knochen des Schultergürtels (die *coracoidea* (*co*)) an, und an die Hinterränder fügen sich die Rippen (*c*), zu 2—4 Paaren eine solche Verbindung eingehend. Bei manchen, wie bei den Varanen, zeigt das Hauptstück

Fig. 115.

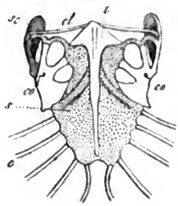


Fig. 115. Sternum und Schultergürtel von *Uromastix spinifer*. *c*. Rippen. *t*. Episternum. *co, cl, sc*. wie in Fig. 114.

*) Es fehlt gänzlich den fusslosen Ringelechsen (*Amphisbaena, Lepidosternon*) und ist nur bei einer mit vorderen Extremitäten versehenen Gattung (*Chirotes*) vorhanden, wenn auch sehr verkümmert und der Verbindung mit Rippen entbehrend. Auch bei mit verkümmerten Füssen versehenen Scincoiden ist das Brustbein vorhanden.

**) Vergl. H. Rathke, Ueber den Bau und die Entwickelung des Brustbeins der Saurier. Königsberg 1853.

des Brustbeines seine Entstehung aus zwei Seitenhälften noch beim erwachsenen Thiere, und es sind dann die beiden knöchernen Hälften durch einen Knorpelstreifen mit einander in Verbindung. In anderen Fällen bleibt das ganze Brustbein knorpelig und wird nur durch das Hauptstück dargestellt, wie bei Chamaeleon, welchem der Tförmige Knochen fehlt. An das Hauptstück schliesst sich nach hinten ein paariger Anhang, dessen Hälften entweder zwischen den Muskeln frei endigen (Brustbeinhörner), oder sich mit zwei entsprechenden Rippen in Verbindung setzen. Es können diese beiden Brustbeinhörner sich auch zu einem einzigen Stücke vereinigen, welches dann einer Fortsetzung des eigentlichen Brustbeines entspricht. — Bei den Crocodilen ist das gestreckt-rhomboidale und aus Knorpel gebildete Hauptstück des Sternums noch von einem einfachen Episternalknochen überlagert, der von jenem der Eidechsen durch den Mangel der seitlichen Aeste unterschieden ist. Nach hinten geht auch hier vom Hauptstücke ein gabelig getheilter Anhang aus, der den Brustbeinhörnern der Saurier entspricht und an seinen äusseren Seitenrändern sich mit einer Anzahl der Sternocostaltheile der Rippen verbindet. Die Fortsetzung des Sternums auf das Abdomen zu wird durch einen in der Medianlinie verlaufenden Strang repräsentirt, an welchen seitlich die Bauchrippen sich anheften.

Das Brustbein der Vögel*) zeigt sich wie jenes der Eidechsen durch seine vorzügliche Entwicklung in die Breite aus, und wird ausschliesslich aus dem Mesosternum gebildet. Seine Gestalt ist mehr oder weniger schildförmig, aussen gewölbt, innen eine concave Oberfläche darbietend. Seine Dicke ist vorne und an den Seiten am beträchtlichsten und nimmt nach hinten zu allmählich ab. Dieser hintere Theil ist überdies sehr häufig noch mit fontanellartigen von einer Membran überzogenen Löchern versehen (Fig. 116), die sogar bei Vergrösserung ihrer Oeffnung gegen den hinteren Rand zu in Ausschnitte (Fig. 117) übergehen können. Letztere, die namentlich bei den hühnerartigen Vögeln auf Kosten des Brustbeinkörpers sehr entwickelt, werden dann von Fortsätzen (*processus abdominales*) begränzt. Auf der vorderen Fläche des Sternums erhebt

---

*) Die Vergleichung des Brustbeines der Vögel mit jenem anderer Wirbelthiere, z. B. der Reptilien, erscheint einfach, wenn man nur das fertige Sternum berücksichtigt, dann sind Sternum der Vögel und Hauptstück des Sternums einander homolog. Die Brustbeinhörner der Reptilien sowie ihr Episternum wären ohne Homologon bei Vögeln. Zieht man aber wie gebührend die Entwickelung des Sternums mit in Betracht, so ergeben sich einige merkwürdige Puncte: Bei den hühnerartigen Vögeln entwickelt sich das knöcherne Sternum aus einer knorpeligen Grundlage mit fünf Stücken; zwei symmetrische Seitenstücke — den gleichfalls paarig auftretenden Hälften des Sauriersternums analog, — ein mittleres unpaariges Stück, die *Crista*, an welche vorne die *Claviculae* sich anheften — entsprechen dem gleichfalls unpaarigen Episternum der Saurier, — und endlich die zwei hinteren gabelförmigen Stücke, welche den Brustbeinhörnern der Saurier analog sich verhalten. Bei den übrigen Vögeln ist keine Trennung in diese einzelnen Knochenstücke vorhanden, und es bildet sich das Brustbein nur aus den zwei seitlichen Hälften.

sich ein der Länge nach verlaufender Kamm (Fig. 116, 117 *cr.s*), der von vorne nach hinten zur Fläche des Brustbeines abfällt, und dessen Ausbildung sich mit der Entwickelung des Flugvermögens der Thiere ebenso combinirt zeigt, wie der letztere auch zur Grösse der Oberfläche des Sternums in geradem Verhältnisse steht. Am meisten ausgebildet ist die Sternalcrista der Honigvögel, der Colibris und Mauerschwalben, denen zugleich auch die Ausschnitte wenig stark entwickelt sind. Auch unter den Raubvögeln, dann unter den gut und ausdauernd fliegenden Schwimmvögeln ist vielfach ein ganzrandiges und mit starkem Kamme versehenes Sternum vorhanden. Als Eigenthümlichkeit des Brustbeines einiger Vögel (z. B. des Singschwans und Kranichs) ist anzuführen, dass der Brustbeinkamm eine Windung der Luftröhre beherbergt, welche Einrichtung man mit der Entstehung des Sternums aus zwei seitlichen Hälften in Verbindung sich vorstellen muss. — Wenn die vorzüglichste physiologische Bedeutung der *Crista sterni* in der Vergrösserung der den grossen zur Bewegung der vorderen Extremitäten mitwirkenden Muskelmassen gebotenen Ursprungsflächen zu suchen ist, so ist diesem Verhältnisse entsprechend die *Crista sterni* bei jenen Vögeln verkümmert, deren Flugorgane wenig oder gar nicht ausgebildet sind. Wir treffen demnach bei den Straussenartigen Vögeln (Struthio, Rhea, Apteryx) ein vollkommen flaches, vorne nur stark gewölbtes Brustbein an (Fig. 118), welches zwar von beträchtlicher Breite, aber desto geringerer Länge ist, und beim neuholländischen Casuar beinahe kreisrund erscheint. — An dem vorderen oberen Rand der Brustbeinplatte sind die *Ossa coracoidea* (*c*) angefügt, und am seitlichen durch eine Furche ausgezeichneten Rande articuliren die *Ossa sternocostalia* (*co*).

Fig. 116.

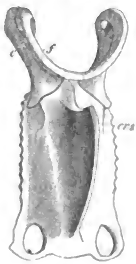
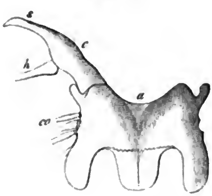


Fig. 117.



Fig. 118.



Das Brustbein der **Säugethiere** zeigt nur in wenigen Fällen (Monotremen,

Fig. 116. Sternum von *Falco buteo*, schräg von der Seite. *f.* Vorderes Schlüsselbein (*furcula*). *c.* Hinteres (*os coracoid.*). *crs. Crista sterni.*

Fig. 117. Sternum von *Numida meleagris*, von vorne. *c.* Hinteres Schlüsselbein. *crs. Crista sterni.*

Fig. 118. Sternum von *Apteryx australis*. *a.* Körper. *co.* Rippenansätze. *c.* Schlüsselbein. *s.* Scapula. *h* Oberarmknochen. (Nach Blanchard).

Cetaceen) auch noch im ausgebildeten Zustande paarige Elemente, sondern wird meist aus einer Reihe hinter einander liegender und den Intercostalräumen entsprechender Stücke zusammengesetzt, deren Zahl eine wechselnde ist. — Anschlüsse an die niederstehenden Wirbelthierklassen finden sich namentlich bei den Monotremen, bei denen das erste Stück des Sternums einen Tförmigen Knochen vorstellt, und so in der Gestalt an das Episternum der Saurier erinnert. Die Homologie mit diesem Knochen wird dadurch vervollständigt, dass die seitlichen queren Fortsätze von den Enden der Schlüsselbeine überlagert werden, und indem sie sogar im Alter damit verwachsen, erhält das Ganze dann einige Aehnlichkeit mit der *furcula* der Vögel. Das zweite breitere Stück wird anfänglich aus zwei Hälften gebildet, die aber später sich vereinigen. Es entspricht dieses Stück dem Manubrium der übrigen Säugethiere und des Menschen. Dieser Abschnitt des Brustbeins, der sich häufig über die Insertion der Clavicula hinaus erstreckt, ist in der Regel der breiteste, und die folgenden Stücke nehmen meist an Grösse ab, bis der letzte mit einer meist breiten Knorpelplatte (der *Cartilago xiphoidea*) endigt. Der Schwertknorpel ist entweder flach und kreisförmig abgerundet, oder er ist durch einen mittleren Einschnitt in zwei Hälften getheilt, die sich als knorpelige Fäden bei manchen Edentaten (Schuppenthieren) bis nahe ans Becken ausdehnen. — Mit der Insertion starker Brustmuskeln erscheint häufig nicht allein eine Verbreiterung des vordersten Brustbeinstückes, sondern auch die Bildung einer Crista, die man mit jener der Vögel vergleichen kann, wenn sie auch beständig viel niedriger ist, als jene. Beim Maulwurfe und den Fledermäusen sind Andeutungen davon vorhanden (Fig. 119. *c.*), ausgebildeter ist sie bei den fliegenden Hunden (*Pteropus*).

Fig. 119.

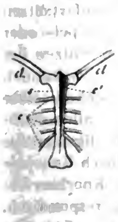
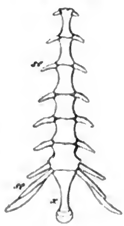


Fig. 120.



Vor dem *Manubrium sterni* liegen bei Gürtelthieren noch zwei Knochenstücke, welche sich mit den Schlüsselbeinen in Verbindung setzen, und gleichsam zwischen diese und das Sternum eingeschoben sind. Sie wurden als *Ossa suprasternalia* bezeichnet und können auch (bei *Dasypus novemcinctus*) durch ein einziges mit dem *Manubrium sterni* durch Synchondrose verbundenes Knochenstück repräsentirt sein. Die Bedeutung dieser Theile geht aus der Analogie mit der bei den Monotre-

Fig. 119. Sternum von *Vespertilio murinus*. c. Rippen. *c' Crista sterni*. *cl.* Clavicula.

Fig. 120. Sternum nebst Rippenknorpeln (*sc.*) von *Cervus capreolus*. *x.* Hyposternum (*proc. xiphoid.*).

men vorhandenen Einrichtung hervor, so dass wir auch in ihnen ein Episternum oder Theile eines solchen erkennen dürfen *).

§. 42.

δ. Von den Extremitäten.

Mit dem Rückgrate oder dessen Fortsetzung in den Schädel stehen direct oder indirect noch eine Anzahl von Knochenstücken in Verbindung, welche zumeist die Stützorgane der Bewegungswerkzeuge darstellen. Wir können die letzteren je nach ihrer Anordnung am Körper in zwei Classen unterscheiden, nämlich in solche, welche unpaar vorhanden sind, und in solche, welche paarweise sich finden und meist eine horizontale Entfaltung zeigen, während die der ersteren eine verticale ist.

Die unpaaren Extremitätenbildungen sind bei den Fischen als Rücken-, Schwanz- und Afterflossen entwickelt, die sich aus einer ursprünglich den Körper von dem Rücken bis zum After umsäumenden Hautfalte hervorbilden, und bis zu dieser embryonalen Stufe hin alle Uebergangsstadien in den verschiedenen Abtheilungen erkennen lassen. Dem Scelet angehörige feste Stützen sind für diese unpaaren Flossen beinahe bei allen Fischen vorhanden, fehlen aber jenen der Amphibien, die zum grossen Theile (im Larvenzustande sämmtlich, im ausgebildeten zuweilen) solche unpaaren Hautflossen besitzen (Siredon, Proteus, Triton u. a.).

Die Verbindung der unpaaren Flossen mit der Wirbelsäule geschieht entweder nur durch ligamentöse Membranen, die von den Dornfortsätzen des Rückgrates ausgehen, oder sie kommt durch discrete Knorpel- oder Knochenstücke zu Stande, welche einerseits mit den festen Stützen der Flossen, andererseits mit den Sceletttheilen des Rückgrates verbunden sind, und als Flossenträger bezeichnet werden. Es bestehen solche Flossenträger bei den Selachiern und Ganoiden, sowie bei allen Knochenfischen, und zwar sind sie bei den ersteren in die ligamentöse Längsscheidewand des Rückens eingeschlossen und meist durch Knorpelstückchen dargestellt, während sie bei den Teleostiern aus Knochen bestehen, die mit den oberen oder unteren Dornfortsätzen correspondiren, je nachdem sie der Rücken- oder der Afterflosse angehören. Zuweilen treffen mehr Flossenträger auf einen Dornfortsatz, oder sie finden sich noch an Stellen, wo keine Flosse entwickelt ist. — Der Körper der Flossen selbst wird durch knöcherne oder knorpelige senkrecht durchtretende Gebilde gestützt, die Flossenstrahlen, welche in der Regel den Flossenträgern durch Gelenke oder durch Bandmasse verbunden sind, und ihnen auch häufig der Zahl nach entsprechen. Sie lassen bei Knochenfischen nicht selten ihre Entstehung aus einem paarigen Stücke erkennen, und

*) Ueber das Vorkommen der *Ossa suprasternalia* beim Menschen vgl. Luschka, Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. IV. 1853.

zeigen dies am deutlichsten an ihrer Insertion. Die Flossenstrahlen bestehen bald aus einem einzigen Knochenstücke oder aus zahlreichen dichotomisch getheilten Gliedern, die von der Basis des Strahles gegen die Spitze zu sich vermehrt zeigen, und in Querreihen über einander lagern.

Bei den Schwanzflossen fehlen die Flossenstrahlträger, vielmehr versehen hier die zu breiten Platten gestalteten Dornfortsätze der letzten Rückenwirbel diese Function, und bei den Selachiern und vielen Ganoiden wird durch eine Aufwärtskrümmung des Endes der Wirbelsäule vorzüglich an der unteren Seite der letzteren die Insertionsstelle der Flosse dargeboten.

Die paarigen Extremitäten stehen durch eine Anzahl von Knochenstücken, dem Brust- oder Schultergürtel und dem Beckengürtel, mit der Wirbelsäule in Verbindung, besitzen somit eine Art von Suspensorialapparat, dessen einzelne Theile in beiden Gürteln sich entsprechend sind, sowie auch die einzelnen Abschnitte der vorderen wie der hinteren Extremitäten einander correspondiren. Beide Extremitätenpaare erscheinen somit als Wiederholungen derselben Einrichtung.

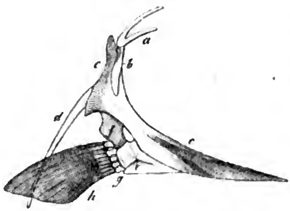
Schulter- und Beckengürtel setzen sich aus je drei Stücken zusammen, von denen eines vorzüglich die Verbindung mit der Wirbelsäule, die beiden anderen die Herstellung einer an der Bauchfläche liegenden Vereinigung unter einander bewerkstelligen, und die Gürtelbildung abschliessen. Obgleich oftmals theils durch Ausfallen einzelner Stücke oder auch durch die fehlende Verbindung der vorhandenen Stücke ein wirklicher Gürtel nicht zu Stande kommt, so ist doch derselbe als im Plane des Wirbelthiertypus liegend anzusehen. Es treten hierdurch die Extremitätengürtel in die Kategorie der seitlichen Anhänge der Wirbelsäule, und stellen sich so als Homologa der Rippenbildungen heraus.

Die den Schultergürtel der Wirbelthiere darstellenden Sceletheile sind Scapula mit einem Suprascapulare, dann zwei Schlüsselbeine (Clavicula und *Os coracoideum*), welch' beide letzteren gegen die Bauchseite gerichtet sind, indess die erstere gegen den Rücken lagert, entweder mit der Wirbelsäule verbunden oder, was für die grösste Mehrzahl sich trifft, nur durch Muskeln am Rumpfe befestigt. Daran schliesst sich die eigentliche Extremität, aus einer Anzahl von Abtheilungen bestehend, in denen die Sceletstücke an Zahl wachsen, je weiter sie von der Insertion an den Schultergürtel entfernt liegen. Wir haben als ersten Abschnitt den Humerus, als zweiten Ulna mit Radius, als dritten den Carpus und endlich den Metacarpus anzuführen, an welch' letzteren die Phalangen sich anreihen.

Bei den Fischen fehlt jede Andeutung dieser Einrichtung bei Amphioxus und den Cyclostomen, bei den übrigen ist mit Ausnahme der Selachier der Schultergürtel an den Schädel befestigt, und besteht aus zwei grossen in der Medianlinie durch Bandmasse vereinigten Knochenstücken (Fig. 121. *c*), die man als *Claviculae* bezeichnet und die jederseits durch zwei kleinere Stücke (*a*, *b*) an den Schädel aufgehängt sind. Das

oberste, häufig gabelig gespaltene Stück (*a*), welches sich in der Regel dem *Os mastoideum* und dem *Occipitale superius* anfügt, stellt mit dem anderen kleineren und direct der Clavicula ansitzenden die Scapula vor, welche in *Os suprascapulare* und eigentliche Scapula zerfällt ist, zuweilen können auch beide Knochen durch ein einziges Stück vertreten sein. Die Clavicula zeigt nach hinten eine tiefe Furche, in welche die Seitenmuskulatur sich inserirt. An dem oberen Theile der Clavicula findet man noch einen meist aus zwei Stücken bestehenden Knochen (*d*) befestigt, der als hinteres Schlüsselbein oder *Os coracoideum* angesehen wird und nach hinten und unten gerichtet ist, bei beträchtlicher Ausdehnung sogar längs des Abdomens verläuft*). Bei den Selachiern und Chimären ist dieser Schultergürtel aus Knorpelstücken zusammengesetzt und vom Schädel abgelöst, entweder mit dem Anfange der Wirbelsäule in unmittelbare Verbindung wie bei den Rochen, oder er schliesst sich nicht direct an sie an wie bei den Haien und Chimären. Die Rochen sind überdies noch durch eine Verschmelzung der beiden *Claviculae* charakterisirt, und es stellt der gesammte Schultergürtel entweder einen ungegliederten Knorpelbogen vor (Rhinobates) oder dieser erscheint, wie dies für die Mehrzahl der Fall ist, in mehrere Stücke, als Clavicula, Scapula und Suprascapulare gegliedert. Bei den Haien und Chimären ist ausser dem Clavicularstücke ebenfalls noch ein der Scapula entsprechendes vorhanden.

Fig. 121.



Der Schultergürtel der Amphibien ist wie der der übrigen höheren Wirbelthiere niemals mit dem Schädel oder auch dem Rückgrate in directer Verbindung, und wird jederseits aus vier vereinigten Stücken zusammengesetzt**). Bei den Perennibranchiaten und den Salamandri-

Fig. 121. Brustfläche und Schultergürtel eines *Gadus*. *a*, *b*. Scapula. *c*. Clavicula. *a*. *Os coracoideum*. *e*, *f*. Armknochen. *g*. Handmuskelknochen. *h*. Metacarpophalangealstücke.

*) Es fehlt vielen Aalen, auch den Welsen und Panzerwelsen. Die oben erwähnte Ausdehnung bis zum Abdomen besitzt es z. B. bei Mugil. Bei einigen Fischen vereinigt er sich mit dem der anderen Seite zu einem selbständigen Bogen (so bei Centriscus, Argyreiosus). Häufig wird es auch durch zwei Stücke dargestellt, wie beim Flussbarsch. — Von Cuvier, der die Clavicula als Humerus bezeichnet, wird er als Coracoid, von Owen, der die Clavicula als Coracoideum auffasst, als Clavicula oder auch als Epicoracoid benannt.

**) Es fehlt hier nur den Cöcilien.

neen kommt kein unterer Schluss des Gürtels zu Stande, indem die knorpeligen Coracoidea oder hinteren Schlüsselbeine mit verbreiterten Enden sich höchstens berühren, oder über einander schieben, und die wenig entwickelten vorderen Schlüsselbeine kaum einander erreichen. In inniger Verbindung mit diesen beiden Stücken erstreckt sich die Scapula mit knorpeligem — dem Suprascapulare analogen Ende an oder über den Rücken, und hilft an ihrem Anfangtheile mit dem Coracoideum die Begränzung des Humeralgelenkes herstellen. Bei den Batrachiern kommt häufig noch ein ähnlich ungeschlossener Schultergürtel vor, und die an ihrem Vorderende durch einen schmalen Knorpel vereinigten vorderen und hinteren Schlüsselbeine schieben sich einfach übereinander (Bombinator, Bufo), oder es sind diese (bei Pipa) einer ventralen Knorpelplatte angefügt, wobei sowohl das grössere hintere Schlüsselbein (Coracoideum) als das kleinere vordere (Clavicula) mit einem knöchernen Körper versehen, und an der Scapula (bei Bufo) das obere Stück zum grösten Theile ossificirt ist. Durch die Ausbildung eines Sternums wird dann bei den Fröschen eine beträchtliche Ausdehnung des Brustgürtels nach vorne und hinten zu Stande gebracht (Vergl. Fig. 114).

Unter den Reptilien zeigen sich bei den grösseren Abtheilungen in der Formation des Schultergerüstes nicht unbedeutende Differenzen. Die Scapula, deren oberer Theil, das Suprascapulare, häufig bei den Sauriern knorpelig bleibt, verbindet sich bei denselben mit einem breiten, ebenfalls häufig knorpeligen Coracoideum (Fig. 115. *co*), zwei bis drei davon ausgehende Zacken laufen jederseits in je eine Knorpelplatte aus, die sich dann ähnlich wie bei den Amphibien über einander schieben, während der untere, hintere Theil der Coracoidea dem vorderen Sternalrande sich inserirt. Sehr breite untere Schlüsselbeine zeichnen noch die Enaliosaurier aus, und namentlich bei Plesiosaurus ersetzen sie mit ihrem breiten Rande sich gegen einander legend das rudimentäre Sternum, welches nur dem oberen Rande dieser beiden Knochen angefügt ist. Weniger breit sind sie bei Ichthyosaurus, bei welchem die langen vorderen Schlüsselbeine die Scapula ihrer ganzen Länge nach begleitend dem T förmigen Episternum verbunden sind. Obere Schlüsselbeine und Scapula stellen bei Plesiosaurus einen einzigen Knochen vor, dessen vorderer Theil dem Queraste des Episternums aufsitzt, somit der Clavicula entspricht, indess der hintere untere, einer Scapula analog, mit dem hinteren Schlüsselbeine (Coracoideum) das Gelenk für den Humerus bildet. Bei Chamaeleo und den Crocodilen fehlen die zackenartigen Fortsätze des Coracoideums, und dieser Knochen zeigt sich mehr cylindrisch mit verbreitertem Sternalende. Es fehlt zugleich diesen Thieren die Clavicula, die bei den übrigen Sauriern als ein dünnes, verschieden langes Knochenstück die Scapula mit dem Queraste des Episternums verbindet, ohne jedoch in die Bildung des Humeral-Gelenkes mit einzugehen. — Im Schultergerüste der Schildkröten sind Scapula und Clavicula immer

mit einander zu einem Knochen verbunden*), der am Gelenke für den Humerus einen Winkel bildet, und daselbst auch den dritten Theil, das *Os coracoideum* aufnimmt. Das letztere läuft bei den Seeschildkröten mit einer nach hinten und abwärts gerichteten Knorpelplatte aus, und geht keine feste Verbindung mit anderen Theilen ein, indess das Clavicularstück sich mit einer Platte des Plastrons verbindet, und die Scapula an die Wirbelsäule befestigt wird.

Am Schultergürtel der Vögel sind die beiden vorderen Schlüsselbeine mit ihren unteren Enden zu einem Knochen verwachsen, den man als Gabelknochen oder *furcula* bezeichnet, und der sich an der Vereinigungsstelle häufig noch in einen unpaaren der *Crista sterni* verbundenen Fortsatz verlängert zeigt. (Vergl. Fig. 112, 116. *f.*) Es ist solcher besonders bei den Hühnern ausgebildet, und bei vielen Schwimm- und Wadvögeln sogar mit dem Brustbeinkamme verwachsen. Die Stärke und Krümmung der beiden Aeste der *furcula* stehen mit der Leistungsfähigkeit der vorderen Extremität in innigen Beziehungen**), und dem entsprechend ist bei gering entwickelter vorderer Extremität gar keine Furcula vorhanden, wie bei den Laufvögeln, deren vorderes Schlüsselbein jederseits nur durch einen weder das Sternum, noch den der anderen Seite erreichenden Scapularfortsatz dargestellt wird. Die hinteren Schlüsselbeine (Fig. 112, 116, 117. *c.*), die bei allen Vögeln als stark entwickelte Knochen, oft mit breitem Ende versehen, als wesentlichste Stützen der Schulter zugleich deren Verbindung mit dem Sternum bewerkstelligen, sind ebenfalls bei den Laufvögeln mit der Scapula verschmolzen (Fig. 118. *c.*) und liegen hier innerhalb der rudimentären vorderen Schlüsselbeine. Die Scapula erscheint als ein langer, schmaler, säbelförmig getrennter Knochen (Fig. 112. *s.*), der am Rücken der Thiere parallel mit der Wirbelsäule nach abwärts verläuft und mit seinem dickeren Vorderende sich mit dem Coracoideum verbindet***). An dasselbe Vorderende legt sich auch die Furcula an.

Die Eigenthümlichkeiten des Schultergerüstes der Säugethiere werden im Allgemeinen in der rudimentären Bildung, oder dem gänzlichen Fehlen mehrerer der bisher durchgehends angetroffenen Stücke ausgesprochen, was vorzüglich vordere und hintere Schlüsselbeine betrifft. Auf der anderen Seite ist aber auch eine beträchtlichere Entwicklung der Scapula vorhanden, die zumeist einen bedeutend in die Fläche ausgedehnten Knochen vorstellt, der noch durch eine seinem Hinterende

---

*) Von Stannius (Zootomie der Amphibien) wird das Clavicularstück als verlängerter Acromialfortsatz der Scapula angesehen, und die Clavicula soll fehlen.

**) Am stärksten ist die Krümmung bei den Tagraubvögeln; auch ihre beiden Aeste sind hier am kräftigsten entwickelt.

***) Zur Bildung des Schultergelenkes tragen bei verschiedenen Vögeln (Raubvögeln, Spechten u. a.) noch besondere über dem Kopfe des Humerus gelegene Knochenstückchen, die *Ossa humero-scapularia*, bei. Vergl. Nitzch, Osteograph. Beiträge zur Naturgesch der Vögel. Halle 1811.

anliegende Knorpelplatte vergrössert wird. Eine solche kommt den Einhufern und Wiederkäuern zu, und kann als das Homologon des unter Reptilien und Amphibien gleichfalls oft knorpelig getroffenen Suprascapulare betrachtet werden. Ausser dieser Vergrösserung der Oberfläche kommt (mit Ausnahme der Monotremen) noch eine andere, durch die Entstehung einer Längsleiste (*Spina*) zu Stande, welche die obere Fläche in eine vordere und eine hintere Grube theilt (*Fossa supra- et infraspinata* des Menschen), wovon dann die letztere häufig wiederum durch eine zweite Leiste getheilt wird (einige Edentaten). Das vordere Ende der *Spina scapulae* läuft bei vorhandener Clavicula in einen diese tragenden Fortsatz aus, der das Acromion bildet. In der Regel ist der gegen die Wirbelsäule gerichtete Rand der Scapula der kürzeste, so dass dadurch ein auffälliger Unterschied von der menschlichen Scapula entsteht, doch zeigen mehrere Säugethiere auch eine Längenentwicklung der Scapula, die bei den Fledermäusen in ihren Umrissen am meisten der menschlichen nahe kömmt. Daran schliessen sich dann die Affen, Walthiere und der Elephant, sowie manche Edentaten (die Faulthiere). Bei den Edentaten und Monotremen ist die Längenentwicklung der Scapula sogar so beträchtlich, dass sie die der menschlichen noch übertrifft; dasselbe hat auch seine Geltung für manche grabende Insectivoren (Talpa u. a.) (Fig. 123 *Sc.*)

Ein vorderes Schlüsselbein (Clavicula) fehlt einer grossen Anzahl von Säugethieren (den Cetacea, Pachydermata, Solidungula und Ruminantia)*), und ist bei manchen so rudimentär entwickelt, dass es entweder nur an das Sternum, oder nur an das Schulterblatt sich anfügt, oder auch ganz im Fleische liegt (Cavia, Lepus). Am meisten ausgebildet ist es bei jenen Säugethieren, deren vordere Extremitäten zum Graben, Klettern, Fliegen u. s. w. dienen; so treffen wir es an bei den Affen, Fledermäusen (Fig. 119. *cl*), manchen Insectenfressern, vielen Nagethieren und Beutlern. Die Clavicula verbindet hier Scapula und Sternum, indem sie als ein langes, cylindrisches, wenig nach vorne gebogenes Knochenstück von der Seite des Manubrium sterni zum Acromion des Schulterblattes tritt. Bei den Monotremen legt sich ihr Sternalende auf den Querast des T förmigen Episternalknochens. Das hintere Schlüsselbein (Coracoideum) stellt bei jungen Thieren einen besonderen Knochen vor, der aber später, immer mit der Scapula innig verschmolzen, den Hakenfortsatz (*Processus coracoideus*) bildet, welcher seine bei den vorhergehenden Thierclassen ausgeprägte Bedeutung als Stützknochen des Schultergerüstes aufgegeben hat. Nur bei den Monotremen bildet er noch, obwohl gleichfalls mit der Scapula verwachsen,

*) Den übrigen Säugethierordnungen fehlt es nur theilweise in einzelnen Familien oder Gattungen, so den bärenartigen Raubthieren, unter den Edentaten bei *Manis*, *Myrmecophaga*, und unter den Beutelthieren *Perameles* u. a.

eine Verbindung der letzteren mit dem Sternum, und nimmt auch Theil an der Bildung einer Gelenkhöhle für den Humerus *).

Die vordere Extremität der Wirbelthiere erscheint zwar bei der Mannichfaltigkeit der ihr zukommenden Verrichtungen nach verschiedener Weise modificirt, allein durch alle diese oft tief eingreifenden Verhältnisse läuft die am Scelet ausgeprägte typische Form hindurch, und lässt die Homologie der Theile selbst unter anscheinend schwierigen Umständen noch erkennen.

Die eigentliche bei den Fischen als Brustflosse erscheinende Vorderextremität ist dem Claviculargürtel angefügt, und besitzt an dieser Stelle einige schwer zu deutende Stücke (Fig. 121. *e. f.*), die bald als rudimentäre Armknochen, bald als Knochen des Carpus angenommen wurden, in welch' letzterem Falle man die Hand direct der Clavicula verbunden sich vorstellte. Diese Auffassung hat zwar weniger Schwierigkeiten in der Bezeichnung der einzelnen Knochen, allein sie ist zugleich die dem Wirbelthierplan am wenigsten zusagende. Die mit der Clavicula verbundenen Knochen deuten wir daher als Armknochen, und bezeichnen den unteren vorderen, zumeist etwas grösseren als Radius (*e*), den hinteren und oberen dagegen als Ulna (*f*). Ein Humerus fehlt vielen Knochenfischen, oder besteht nur in einem kleinen, unter- und innerhalb von der Ulna dem Schlüsselbeine angefügten Knochenstückchen. Die Vorderarmknochen sind auch zuweilen mit der Clavicula verwachsen (*Lophius*) und dann sehr rudimentär, oder sie fehlen wie bei den Selachiern, den Stören und Welsen, wo nur einige vom Schlüsselbein ausgehende und die Brustflosse tragende Fortsätze als deren Aequivalente gedeutet werden können.

Der Carpus der Knochenfische besteht gewöhnlich aus 4—5 in eine Reihe gestellten, und vom Ulnar- zum Radialrande an Grösse zunehmenden Knochenstückchen (Fig. 121. *g*) die bei Lophius auf 2 reducirt, von beträchtlicher Länge sind. Auch bei Polypterus ist die Länge der drei Carpalknochen nicht unbeträchtlich, doch sind hier nur die beiden äusseren dem Vorderarm ansitzend, und das mittlere breitere Stück ist in deren Winkel eingefügt. Von diesem Zustande zeigen die übrigen Fische, wie die Selachier **), nur geringe Abweichungen.

---

*) Vor der Articulation des Coracoideums mit dem Brustbeine verbindet sich mit ersterem noch ein glattes, zwischen die Classe der Episternalknochen eingeschobenes Knochenstück, welches mit der Knorpelplatte des Coracoideums der Saurier für homolog zu erachten und als Epicoracoideum bezeichnet ist.

**) Der Carpus in der Brustflosse der Haie besteht aus derselben Zahl von Knorpelstücken, die sämmtlich an ihrem Ende verbreitert sind. Diese drei Carpalstücke sind auch bei den Rochen vorhanden, und zeigen sich an jener Stelle eingefügt, wo das Scapularstück an den unteren Verbindungsbogen, die Clavicula, gränzt. Das vordere, dem hinteren Carpalknorpel der Haie homologe Stück krümmt sich im Bogen nach vorwärts und erreicht zuweilen das Ende eines Knorpelfortsatzes des Schädels, mit dem es verbunden wird, und in gleicher Weise bildet auch das hintere einen

Die Strahlen der vorderen Extremität werden aus den zumeist vielfach gegliederten Metacarpo-phalangeal-Stücken (Fig. 121. *h*) dargestellt, welche gegen das Ende hin sich noch theilen können, und dadurch die Fläche der Extremität um Beträchtliches vergrössern*) Der erste Strahl wird häufig durch einen Stachel dargestellt, der, wie bei vielen Welsen, in einem Gelenke fixirt werden kann, und dann den Thieren als Waffe dient. Ausser den Rochen ist auch unter den Knochenfischen die Zahl und Entfaltung der Metacarpo-phalangeal-Radien zuweilen eine bedeutende, so namentlich bei den Flugfischen (*Exocoetus*, *Dactylopterus*) und Arten aus der Familie der Cataphracten. Unter den letzteren sind besonders die Triglen anzuführen, bei denen die drei untersten Strahlen der im Allgemeinen sehr grossen Brustflosse von den übrigen losgelöst sind, und als vielgliedrige, zart auslaufende Anhänge sich darstellen**).

Die Knochen der vorderen Extremitäten sind unter den Amphibien, denen sie nicht vollständig fehlen, durch ihre Längenentwicklung vor denen der Fische ausgezeichnet, so dass sich hier die oben angeführten Abschnitte unterscheiden lassen, und auch eine wirkliche äussere Gliederung der ganzen Extremität in die vom Scelete vorgebildeten Abschnitte hier zum erstenmale unter den Wirbelthieren möglich wird. Sehen wir von den verschiedenen Längen-, Dicke- und Krümmungsverhältnissen der einzelnen Stücke ab, so haben wir für die Batrachier vorzüglich die Verschmelzung von Radius und Ulna zu einem Knochenstücke hervorzuheben. Der darauf folgende Carpalabschnitt besteht aus einer wechselnden Zahl von bald knorpelig bleibenden, bald verknöcherten Stücken, die in 2 oder 3 Reihen hinter einander liegen und an welche die etwas längeren Metacarpusknochen sich anschliessen. Die Zahl der Phalangen, welche auch jene der Metacarpusstücke bedingt, ist 3—4, letztere bei den Fröschen und Salamandrinen, erstere bei manchen Perennibranchiaten.

Bei den Reptilien finden sich besonders durch die Umwandlung der vorderen Extremität zu einem Ruderorgan einige Modificationen, die, abgesehen von der Verkürzung von Ober- und Unterarm, wie sie bei den Enaliosauriern sich findet, noch durch eine gleichmässigere

---

nach rückwärts verlaufenden Bogen, der nicht selten bis zur Bauchflosse gelangt, das mittlere, kürzeste Stück legt sich meist dem vorderen an, und trägt an seinem äusseren Rande einen Theil der Flossenstrahlen, deren grösste Menge ans vordere und hintere Carpalstück angefügt ist.

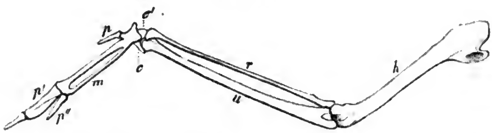
*) Die Vereinigung des Metacarpal-Abschnittes der Extremität mit den Phalangen, so dass zwischen beiden keine bestimmte Gränze besteht, ist mit Ausnahme von *Polypterus*, bei allen Fischen die Regel. Nur bei dem genannten Ganoiden sind zwischen die eigentlichen Flossenstrahlen und die Carpalknochen 17 cylindrische in einer Reihe neben einander liegende Knochenstücke eingeschaltet, die als Metacarpus zu deuten sind, und eine Annäherung an höhere Extremitätenbildung vermitteln.

**) Bei den Dipnoi (*Lepidosiren*) wird die Brustflosse in ihrem Metacarpo-phalangeal-Abschnitte nur durch einen zugespitzt endenden Knorpelanhang repräsentirt.

Bildung der Carpal- und Metacarpalstücke, sowie auch der Phalangen ausgedrückt sind. — Ulna und Radius erscheinen immer als getrennte Stücke, sind aber bei einigen unbeweglich mit einander verbunden, oder auch eine Strecke weit verwachsen (Schildkröt n). Die Knochen des Carpus sind immer in zwei Reihen gelagert, ihre Anzahl aber variirt. Die Metacarpalstücke sind verhältnissmässig kurz, und in ihrem Vorkommen nach der Zahl der Finger sich richtend, die gewöhnlich zwar fünf ist, allein bei manchen Sauriern bis auf zwei herabsinken kann. Die Zahl der Phalangenstücke bietet noch grössere Schwankungen dar.

Die Vorderextremität der Vögel ist durch die Umbildung zu einem Flugorgan mehreren Modificationen unterworfen, die vorzüglich in der Verschmelzung oder Reduction der je einem Abschnitte angehörigen

Fig. 122.



Knochenstücke sich ausdrücken. Der Humerus (Fig. 122. *h*) ist in der Regel von gleicher Länge mit dem Vorderarm, und letzterer durch eine starke, häufig gebogene Ulna (*u*) ausgezeichnet. Der Carpus wird aus 2 Knochenstücken (*c. c*) zusammengesetzt, von denen das eine dem Radius, das andere der Ulna verbunden ist. Beide articuliren mit dem aus zwei längeren, an beiden Enden verschmolzenen Stücken zusammengesetzten Metacarpus (Fig. 122. *m*).

Gewöhnlich sind nur drei Finger vorhanden; der Daumen (*p*), aus 1—2 Phalangen gebildet, sitzt nahe an dem oberen Ende des vorderen inneren Metacarpusstückes, ein zweiter, aus 2—3 Phalangen zusammengesetzter Finger (*p'*), ist die Fortsetzung des ganzen Metacarpus, und neben diesem ist in der Regel noch ein dritter, aus nur einem Knöchelchen gebildeter Finger (*p''*) angefügt*).

Bei den Säugethieren haben wir wieder die der Function parallelgehende Umbildung der einzelnen Knochen zu berücksichtigen, und können vor Allem die bei der Flossenbildung auftretende Verkürzung derselben erwähnen. Damit gewinnen zugleich die Knochenstücke an Breite,

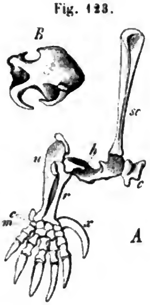
Fig. 122. Vordere Extremität von *Ciconia alba*. *h*. Humerus. *u*. Ulna. *r*. Radius. *cc'*. Carpalknochen. *m*. Metacarpus. *p p' p''*. Phalangen der Finger.

*) Bei den Laufvögeln (*Casuarius*, *Apteryx*) ist nur ein einziger Finger vorhanden. Der Daumen wird auch bei anderen rudimentär, so z. B. bei *Aptenodytes*, dessen gesammte Vorderextremität ihrer Bedeutung als Ruderorgan entsprechend durch eine bedeutende Breiteentwicklung der Knochen ausgezeichnet ist.

die ganze Extremität an Flächenentfaltung. Eine ähnliche Verkürzung der Knochen, zugleich mit Bildung zahlreicher Vorsprünge, zur Insertion starker Muskeln, erscheint bei der Umbildung zu Grabfüssen, wobei jedoch die im vorigen Falle geringe Beweglichkeit der einzelnen Stücke gegen einander in höherem Maasse besteht. Andere Gebrauchsweisen zum Gehen, Laufen und Fliegen lassen eine vorzugsweise Längenentfaltung auftreten, die sich mit Ausnahme der Carpalknochen auf alle übrigen Bestandtheile der Extremität ausdehnen kann.

Der Humerus der Säugethiere ist in der Regel röhrenförmig, gerade, und steht bezüglich seiner Länge in umgekehrtem Verhältnisse zu den Metacarpusstücken. Sehr kurz ist er bei den Walthieren, vielen Pachydermen, den Wiederkäuern und Einhufern. Einen breiten, fast viereckigen Knochen stellt er beim Maulwurfe dar (Fig. 123. *A h B*), sowie auch die grabenden Edentaten von der allgemeinen Form abweichende Bildungsverhältnisse zeigen. Lang, dünn und etwas gebogen erscheint er bei den flatternden und fliegenden Säugethieren, bei denen auch die beiden Vorderarmknochen durch ihre Länge ausgezeichnet sind. Die Ulna übertrifft den Radius gewöhnlich an Länge, indem ihr hinteres Ende in das, bei den Säugethieren typische Olecranon sich fortsetzt, wird aber auch häufig an ihrem vorderen Ende rudimentär, wie bei Einhufern und Wiederkäuern, und kann sogar auf einen dünnen, unter dem Radius gelegenen Griffel reducirt sein, wie bei Fledermäusen*) und fliegenden Makis. In gleichem Grade mit der Rückbildung der Ulna ist der Radius entwickelt.

Fig. 123.



Die Knochen der Handwurzel sind immer in 2 Reihen angeordnet, und wie in den Reptilien an Zahl (von 5—11) und Form variirend**). Die Mittelhandknochen entsprechen im Allgemeinen der Zahl der Finger,

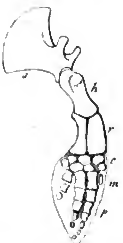
Fig. 123. Vordere Extremität von *Talpa europaea*. *sc*. Scapula. *c*. Clavicula. *h*. Humerus. *r*. Radius. *u*. Ulna. *c*. Carpus. *m*. Metacarpus. *x*. Accessorischer Carpalknochen. *B*. Humerus von der Fläche gesehen.

*) Dieser Verkümmerung der Ulna entspricht dann das Vorkommen einer *Patella brachialis*, welche das fehlende *Olecranon* vertritt.

**) Die geringste Zahl besitzen die Chiropteren, dann folgen Edentaten, Einhufer und Wiederkäuer. Bei den Affen und Nagethieren ist die Anzahl in der Regel 8, wie beim Menschen, doch kommen vielen Nagern Verschmelzungen einzelner Stücke zu. (häufig ist das *os naviculare* mit dem *lunatum* vereinigt), was auch bei den meisten Carnivoren und Insectivoren sich wiederholt. Die grösste Zahl Handwurzelknochen ist beim Maulwurfe vorhanden; nämlich 5 in jeder Reihe, und ausserdem noch ein dem Radialrande eingefügter grosser, sichelförmiger Knochen, durch den die Handfläche um Ansehnliches vergrössert wird.

ausgenommen sind die Wiederkäuer, bei denen zwei Metacarpalstücke sich zu einem Knochen vereinigen. Bei den meisten sind fünf neben einander gelegene Metacarpalstücke vorhanden, die bei vielen Pachydermen auf drei oder vier reducirt sind; zwei äussere sind dann kleiner und schwächer, den mittleren stärkeren nur an der Hinterseite angelegt (Schwein). Bei den meisten Wiederkäuern tritt zu der vorhin erwähnten Verschmelzung der beiden mittleren Metacarpen, noch eine bedeutende Verkümmerung der seitlichen, die dann als »Griffelbeine« bezeichnet werden. Es kommen die letzteren auch an der Hinterseite des einzigen ausgebildeten Metacarpusstückes der Einhufer vor und sind hier meist beträchtlicher als bei den Wiederkäuern entwickelt*). — Die Zahl der Finger ist bei der grössten Mehrzahl fünf, und nur bei den vorhin angegebenen kommen, den Reductionen der Mittelhand entsprechend, geringere Zahlen vor. Es besteht jeder Finger in der Regel aus 3 Phalangen, den Daumen ausgenommen, welcher nur zwei, oft sogar nur ein einziges Stück besitzt**). —

Fig. 124.



Der Beckengürtel der Wirbelthiere wird jederseits aus drei Stücken hergestellt, welche denen des Schultergürtels homolog erscheinen, die Verbindung mit der Wirbelsäule vermittelt das Darmbein (*os Ilei*), das Homologon der *Scapula*; den unteren Schluss bringen zwei Knochen zu Stande, die den beiden Schlüsselbeinen des Brustgürtels homolog sind, und mit dem Darmbeine sich verbinden. Man bezeichnet sie als Schambein (*os pubis*) und Sitzbein (*os ischii*), das erstere vor dem letzteren gelagert Durch die Verbindung der Darmbeine mit einem Abschnitt der Wirbelsäule (dem Kreuzbein), sowie durch die Vereinigung der Scham- oder Sitzbeine unter einander kommt ein geschlossener Knochenring zu Stande, der eben das Becken darstellt, und in mannichfaltiger Ausbildung bis zur Auflösung in seine einzelnen Knochenstücken vorkommen kann. Der Beckengürtel wird zur Stütze der hinteren Extremität, indem sich dieselbe an der Vereinigung der drei typischen Stücke durch Gelenkverbindung ihm einfügt.

Wie die ganze Ausbildung des Wirbelthierkörpers von vorne nach hinten erfolgt, und die vordersten Abschnitte der Wirbelsäule nicht nur

Fig. 124. Vordere Extremität eines jungen *Delphin*. *s*. Scapula. *h*. Humerus. *r*. Radius. *c*. Carpus. *m*. Metacarpus. *p* Phalangen.

*) Drei Metacarpalstücke besitzen die Palaeotherien, sowie Rhinoceros, vier ausser den Schweinen noch Hyrax, die Tapire und das Nilpferd, fünf die Elephanten.

**) Eine beträchtliche Längenentwicklung zeichnet die Phalangen der Fledermäuse aus. Die Zahl der Zehen ist in der Ordnung der Edentaten am meisten variabel, bei denselben kommt auch eine Reduction der Zehenglieder vor. Eine Vermehrung der Phalangen trifft sich an der flossenartig gebildeten Hand der Walthiere.

die früher entwickelten, sondern auch die mannichfaltiger modificirten sind, so ist auch der dem hinteren Abschnitte der Wirbelsäule angehörige Beckengürtel in den unteren Classen der Wirbelthiere nicht nur einzelner, bei den oberen Classen integrirend gewordener Bestandtheile entbehrend, sondern kann auch vollständig verloren gehen. Er fehlt gänzlich vielen Fischen (*Pisces apodes*), unter den Amphibien den Coecilien, und bei den Reptilien vielen Schlangen. Aber auch da, wo er vorhanden ist, wird er in den unteren Repräsentanten jener Classen nur durch Rudimente dargestellt, die in der Regel eine Verbindung mit der Wirbelsäule entbehren.

Als solche Beckenrudimente erscheinen bei den Fischen zwei, am Bauche dicht neben einander gelagerte, meist sogar mit einander verbundene Knochenstücke, die man als die Homologa von Schambeinen ansieht. Sie functioniren als Träger der Bauchflossen und sind nur lose in den Muskelmassen eingebettet, ohne Zusammenhang mit bestimmten Theilen der Wirbelsäule. Der Mangel einer typisch fixirten Lage dieser Beckenrudimente erklärt auch die grosse Volubilität der Oertlichkeit ihres Vorkommens, so dass sie bald an der Brust, bald sogar an der Kehle liegen, während sie bei anderen weiter nach hinten angebracht sind, woraus dann die verschiedenen Stellungen der Bauchflossen resultiren*).

Bei den Selachiern den Chimären und Ganoiden liegen sie stets hinten am Bauche, und erscheinen bei ersteren als zwei quere, durch Bandmasse verbundene Knorpelstücke, welche bei den Rochen eine bogenähnliche Form und beträchtliche Grösse besitzen**).

Solche freie Beckenrudimente sind auch bei manchen Schlangen vorhanden, und auch unter den Säugethieren gibt es ähnlich verkümmerte Becken bei den Cetaceen.

Eine höhere Form erreicht das Becken bei den Amphibien. Die meist schmalen Darmbeine verbinden sich mit den Querfortsätzen eines Wirbels (des Kreuzbeinwirbels) und treten mit einer flachen, den verschmolzenen Scham-Sitzbeinen entsprechenden Knorpel- oder Knochenplatte in Verbindung die bei den Salamandern in der Mitte getheilt ist***).

---

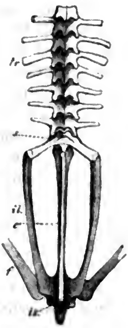
*) Man bezeichet nach der verschiedenen Stellung der Bauchflossen die Fische als *P. jugulares*, Kehlflosser, *P. thoracici*, Brustflosser und *P. abdominales*, Bauchflosser.

**) Der Beckenknorpel der Rochen entspricht seiner ganzen Ausdehnung zufolge wohl meist einfach einem Schambeine, und das über die Insertion des sogenannten *Tarsus* sich nach oben fortsetzende Stück ist einem Darmbein vergleichbar. — Bei *Lepidosiren* ist das Becken durch einen unpaaren Knorpel repräsentirt, der nach vorne zu Fortsätze ausschickt, und einem Scham-Sitzbeinknorpel homolog erachtet wird. Es nähert sich diese Bildung jener der Perennibranchiaten und Salamander.

***) Sowohl bei diesen, als auch bei *Siredon* setzt sich der Vorderrand der Beckenplatte in einen gabelig getheilten Knorpel fort, der mit einer von *Lepidosiren* erwähnten Bildung übereinkommt und als Analogon der Beutelknochen der *Marsupialia* gedeutet worden ist.

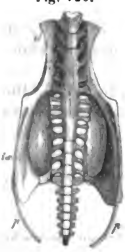
Eine eigenthümliche Form des Beckens kommt bei den Batrachiern vor, indem die langen und schmalen Hüftbeine (Fig. 125. *il*) an ihrem hinteren Ende sowohl unter einander als auch mit den Sitz- und Schambeinen zu einer senkrecht stehenden Scheibe (Fig. 125 *is*) verschmelzen, an welcher seitlich dasGelenk für den Oberschenkel angebracht ist.

Fig. 125.



Mit Ausnahme der schlangenähnlichen Saurier, deren Becken durch ein, einem Wirbel angeheftetes rudimentäres Hüftbeinstück repräsentirt wird, zeigt sich bei den übrigen mit Extremitäten versehenen Reptilien eine grosse Uebereinstimmung, indem die drei Knochenstücke vollkommen entwickelt sind, und Scham- und Sitzbein sich unten mit einander verbinden. Die Hüftbeine sind meistentheils schmal und legen sich mehr an ihren oberen Enden an die Querfortsätze zweier Kreuzbeinwirbel, sind aber noch mit einer, besonders bei Chamäleon entwickelten Knorpelleiste versehen, welche wie eine Wiederholung der Suprascapularknorpel sich darstellt. Bei den Crocodilen erscheint Scham- und Sitzbein jederseits durch ein einziges, gegen den eine Symphyse eingehenden Rand verbreitetes Knochenstück dargestellt, vor dem noch ein starker, nach vorne convergirender Knochen gelagert ist*). Wo Scham- und Sitzbeine als getrennte Knochenstücke bestehen, sind die von ihnen gebildeten Symphysen entweder durch Band- oder Knochenmasse mit einander vereinigt, so dass zwei eirunde Löcher entstehen.

Fig. 126.



Die Bildung von Sitz- und Schambeinsymphysen ist am Becken der Vögel wieder zurückgetreten, und nur beim Strausse (*Struthio camelus*) sind die beiden Schambeine unter einander vereinigt**). Es ergeben sich für das Vogelbecken auch ausser dieser Oeffnung nach vorne noch verschiedene Eigenthümlichkeiten, von denen die langen, an der Wirbelsäule nach vorne und oben sich erstreckenden Hüftbeine, die von

Fig. 125. Wirbelsäule und Becken des Frosches. *tr.* Querfortsätze. *s.* Kreuzbeinwirbel. *c.* Steissbein. *il.* Hüftbein. *is.* Sitzbein. *f.* Femur.

Fig. 126. Becken von *Numida meleagris*. *il.* Hüftbein. *is.* Sitzbein. *p.* Schambein.

*) Diese als Schambeine der Crocodile betrachteten Knochen nehmen auch keinen Antheil an der Bildung der Gelenkpfanne für den Oberschenkel, sind unter sich durch eine breite Sehnenhaut verbunden, von der oben ein als Bauchsternum beschriebener Strang entspringt, und können aus diesen Gründen hier den vom Becken der Salamander u. s. w. abgehenden Knorpeln, oder den Beutelknochen der *Marsupialia* verglichen werden.

**) Bei *Rhea americana* verschmelzen auch die langen, dem Kreuzbeine angelegten Sitzbeine mit ihrem unteren Ende (*Tuber ossis ischii*) unter einander, bilden aber

diesen nach hinten absteigenden Sitzbeine, und die schmalen vom Hüftgelenke aus den Sitzbeinen grösstentheils anliegenden und hinten dieselben überragenden *Ossa pubis* (Fig. 126. *p*) anzuführen sind. In jüngeren Thieren sind diese Knochen von einander getrennt, später jedoch verwachsen sie sämmtlich so unter einander, dass das gesammte Becken nur aus einem einzigen Stücke besteht. Die vorderen flachen Enden der Hüftbeine verbinden sich häufig unter einander und mit den Dornfortsätzen der Wirbelsäule zu einem senkrechten Kamme, und der hintere Abschnitt des Hüftbeins stellt mit seiner concaven Innenfläche den grössten Theil des Beckengrundes her. Seitlich von letzterem liegen die Sitzbeine, die häufig mit ihrem hinteren Innenrande den Hüftbeinen verwachsen. Die Schambeine begränzen mit ihrem Verlaufe längs des Sitzbeines nur ein schmales, spaltartiges *foramen ovale*, und sind hinter diesem häufig mit den Sitzbeinen verwachsen, und mit ihren Enden gegen einander gekehrt *).

Annäherungen an die Beckenform der Vögel bestehen bei den Säugethieren noch bei mehreren Edentaten, und werden durch die Verwachsung des Sitzbeines mit dem Kreuzbeine, sowie durch die lange Form der Hüftbeine und deren Verwachsung mit einer grösseren Strecke der Wirbelsäule ausgedrückt. Eine sehr weite hintere Beckenapertur ist die Folge dieser Bildung. Auch die Knochen je einer Beckenhälfte verwachsen bei den Säugethieren sehr bald zu einem einzigen Stücke, wovon nur die Monotremen ausgenommen sind, bei den übrigen Säugethieren ist eine typische Beckenform durch den ventralen Verschluss des Knochengürtels, sowie durch die Längenentwickelung der meist mit mehreren Wirbeln (2—9) in Verbindung stehenden Hüftbeine ausgedrückt, und durch letzteres Verhältniss ebenso von dem Becken der Reptilien unterschieden, wie die erstere Eigenschaft als Unterschied gegen das Becken der Vögel besteht. Der ventrale Schluss des Beckens kommt in der Regel durch die Schambeinsymphyse zu Stande, die nicht selten durch die Theilnahme der Sitzbeine vergrössert wird. Mit einer solchen Scham-Sitzbein-Symphyse sind sowohl die Pachydermen, Einhufer, Wiederkäuer, als auch die meisten Nager,

Fig. 127.



Fig. 128.

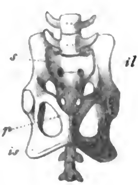


Fig. 127. Becken des Maulwurfs.

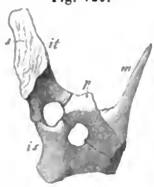
Fig. 128. Becken von *Procyon lotor*. *il.* Ileum. *is.* Sitzbein. *p.* Schambein. *c.* Schwanzwirbel.

durch ihre Lage die hintere Beckenwand, so dass diese Art der Vereinigung nicht wohl mit jener bei Säugethieren (Beutelthieren, Nagern, Hufthieren) getroffenen verglichen werden kann, sich vielmehr enge an die der übrigen Vogelbecken anschliesst.

*) Die Verschiedenheiten, welche die einzelnen Beckenformen der Vögel darbieten, sind vorzüglich in einer grösseren Breite oder Länge dieses Sceletttheils aus-

einige Carnivoren und Beutelthiere versehen, wodurch zugleich eine Verlängerung des Beckens bedingt wird. Die Symphyse wird entweder durch Bandmasse hergestellt*), oder es tritt ein wirkliches Verwachsen der Schambeine ein, wie solches bei den Hufthieren nicht selten sich trifft. Auch die Vereinigung der Hüftbeine mit dem Kreuzbeine bietet mannichfache Zustände dar, doch ist die Verbindung mittelst Faserbandmasse als die Regel anzusehen.

Fig. 129.



Vor den Schambeinen liegen bei Monotremen und Beutelthieren auch noch zwei besondere, schräg oder gerade nach vorne gerichtete Knochenstücke (*ossa marsupialia*) (Fig. 129. *m*), welche ihre wenn auch weniger entwickelte Homologa auch in den unteren Classen der Wirbelthiere besitzen**).

Die an dem Beckengürtel befestigten Scelettheile der hinteren Extremitäten erscheinen als Wiederholungen jener der vorderen, und sind nur da, wo die Extremität eine von der vorderen verschiedene Function besitzt, verschieden von dieser gestaltet. — Andere Unterschiede treffen wir vorzüglich in der Art der Verbindung der einzelnen Abschnitte an, indem bei vorhandener deutlicher Gliederung der den Körper tragenden Extremitäten die Winkel der Hauptgelenke an beiden Gliedmaassen einander entgegengesetzt sind. Die einzelnen Abschnitte werden durch Femur, Tibia und Fibula, Tarsus, Metatarsus und dann die Phalangen dargestellt. Des Fehlens der Extremität ist schon oben bei der Besprechung des Beckens Erwähung gethan.

Bei den Fischen sind die Bauchflossen mit ihren strahligen Stützen entweder direct den als Beckenrudimente beschriebenen Knochenstücken angefügt (*Teleostei*), oder sie sind mittels besonderer Tarsalstücke damit in Verbindung (*Polypterus*, *Chimaera*), oder endlich theils direct am Beckengürtel, theils an besonderen, davon entspringenden Knorpelstücken befestigt (Selachiern).

Fig. 129. Linke Beckenhälfte von *Echidna* von innen gesehen (nach Owen). *m*. Beutelknochen.

---

gedrückt. Lang und schmal ist das Becken der Strausse, daran schliesst sich jenes der Schwimmvögel. Bei den Raubvögeln ist es beinahe noch doppelt so lang, als breit. Eine grössere Breite gibt sich am Becken der Stelzvögel kund, und bei den Tauben, vielen Kletter- und Hühnervögeln kommen beide Dimensionen fast einander gleich.

*) Sehr entwickelt ist diese Bandmasse beim Maulwurfe und bei Fledermäusen, welche durch eine unvollständige Symphyse ausgezeichnet sind. Bei *Pteropus Edwardii* klaffen die Schambeine sogar gegen $\frac{1}{2}$ Zoll. Die Beckenhälften sind dann gegen einander verschiebbar.

**) Vergl. hierüber Anmerk. pag. 435.

Unter den Amphibien zeigt sich die hintere Extremität in sehr verschiedenem Ausbildungsgrade, Tibia und Fibula sind bei den geschwänzten Amphibien stets getrennte Knochen, bei den Ungeschwänzten dagegen zu einem Stücke verschmolzen, der Tarsus bleibt häufig knorpelig, zwei Stücke derselben, dem Calcaneus und Astragalus der höheren Wirbelthiere homolog, sind bei den Fröschen zu mässig langen Röhrenknochen entwickelt, die sogar theilweise mit einander verwachsen.

Die ausgebildete Hinterextremität der Reptilien lässt nichts besonders bemerkenswerthes erscheinen, und reiht sich an jene der Säugethiere an; ein oder zwei Fusswurzelknochen zeichnen sich durch ihre Grösse von den übrigen aus, und entsprechen dem Calcaneus und Astragaeus. Bei den schwimmenden Formen: Enaliosauriern und Seeschildkröten ist sie mit der vorderen Extremität übereinstimmend.

Fig. 130.



Am meisten von der vorderen Extremität ist die hintere der Vögel unterschieden. Am Unterschenkel ist in der Regel nur ein Knochen — die Tibia (Fig. 130 *a*) — ausgebildet, indess der andere — Fibula — als ein nur eine Strecke weit dem ersteren anliegendes rudimentäres Stück erscheint. Häufig ist Tibia (*b*) und Fibula (*b'*) verwachsen. Der Tarsal- und Metatarsalabschnitt wird nur durch einen grösseren Röhrenknochen (*c*) dargestellt, der gewöhnlich als Lauf (Tarsus) bezeichnet wird, und bei Vorhandensein eines Daumens noch ein kleines Knochenstückchen an der Innenseite seines unteren Endes anliegen hat. Dasselbe Ende spaltet sich regelmässig in drei rollenförmige Fortsätze für eben so viele Zehen. Ist noch eine vierte Zehe vorhanden, so fügt sie sich an das kleine Tarsalstück an. Die Zahl der Phalangen der 3—4 Zehen nimmt von der ersten bis zur vierten derart zu, dass während die erste Zehe zwei, die letzte fünf besitzt*).

Ausser verschiedenen Grössenverhältnissen bietet der Oberschenkel der Säugethiere nichts allgemein wichtiges. Am Unterschenkel ist die Fibula häufig rudimentär, und dann sogar zum Theile der Tibia verwachsen. Bald ist die obere Hälfte entwickelt (Einhufer), bald die untere (Wiederkäuer). Eine Patella scheint nur wenigen Beutelthieren zu fehlen, und dann wird ihre Stelle durch einen von der Fibula ausgehenden Fortsatz,

Fig 130. Hintere Extremität eines Vogels (*Falco buteo*). *a*. Femur. *b*. Tibia. *b'*. Tibula. *c*. Tarsus. *d d' d'' d'''* Zehen. *c'*. Tarsus von vorne.

---

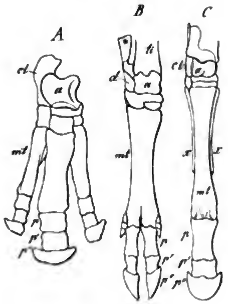
*) Nur drei Zehen sind bei manchen Schwimmvögeln, sowie bei den meisten Laufvögeln, mit Ausnahme der Gattung *Struthio* vorhanden. Es fehlt bei diesen der Daumen und die vorhergehende Zehe, bei den vorigen nur der Daumen.

einem Olecranon vergleichbar, ersetzt, sowie auch an der vorderen Extremität diese beiden Scelettheile in einem sich ausschliessenden Verhältnisse stehen, und auch dadurch ihre Homologie bekunden. Von den Fusswurzelknochen sind gewöhnlich zwei stärker entwickelt (Astragalus und Calcaneus); bei einigen Lemuren ist Fersenbein und Kahnbein so ausserordentlich verlängert, dass sie für sich einen grösseren Abschnitt der hinteren Gliedmassen darstellen. Der Mittelfuss zeigt entsprechende Verhältnisse, wie die Mittelhand, es treffen sich für beide dieselben Reductionen der Knochen auf 4, 3 und 2, ja sogar auf Ein Stück, welche damit immer der Zahl der Zehen entsprechen (vergl. Fig. 131 u. 132). Eine auffallende Bildung zeigen die Springmäuse (Dipus), deren innere und äussere Metatarsalknochen völlig rudimentär sind, indess die drei mittleren zu einem langen, unten mit 3 Rollen geenndigten Knochenverschmolzen sind. Die Phalangenstücke der Zehen stimmen mit jenen der Finger überein.

Fig. 131.



Fig. 132.



§. 43.

ε) Vom Kopfscelete.

Der vordere Theil des Rückgrates des Rumpfes setzt sich in einen, das Gerüste des Kopfes darstellenden Scelet-Abschnitt fort, welchen man als **Schädel** bezeichnet. Wie die Wirbelsäule den Rückenmarkscanal aufgelagert und umschlossen hält, so bildet auch der Schädel eine Höhle als Fortsetzung des Rückenmarkscanals, und gleich diesem Centralorgane des Nervensystems, und zwar die wichtigsten umschliessend. Somit kommt der Schädel nicht allein in seiner Bedeutung als Stützapparat eines Körpertheiles, sondern auch in seinen Beziehungen zum Nervensystem mit der Wirbelsäule überein, und ergibt sich als der vorderste höher entfaltete Abschnitt der soliden Achse des Körpers.

Es theilt der Schädel mit dem Rückgrate auch die wesentlichsten

Fig. 131. Hinterfuss vom Hasen. *c.* Fersenbein. *t.* Sprungbein. *c'.* Würfelbein. *p.* Phalangen.

Fig. 132. Hinterfuss von *A.* Rhinoceros. *B.* Bos. *C.* Equus (nach Owen). *ti.* Tibia. *a.* Sprungbein. *cl.* Fersenbein. *mt.* Metatarsus. *xx.* Griffelbein. *pp'p''.* Phalangen.

anatomischen Charaktere. Ist letzterer nur durch eine Knorpelreihe dargestellt, so erscheint auch der Schädel ganz oder doch seiner Grundmasse nach aus demselben Materiale gebaut, und da, wo am Rückgrate eine Gliederung durch Trennung in discrete Wirbel sich ausspricht, offenbart sich an der Schädelkapsel eine ähnliche Erscheinung.

Der Schädel der niederen Wirbelthiere, wie auch der embryonale Schädel der höheren besteht seiner Hauptmasse nach aus einer knorplichen, nach einem gewissen Typus gebildeten Kapsel, dem Urschädel oder Primordialcranium. Bei höher stehenden Thieren bildet sich der knöcherne Schädel an und aus dem knorpeligen Primordialcranium auf eine doppelte Weise:

1) Es entstehen in den Wänden der Knorpelkapsel Ossificationen, die weiterschreitend bestimmte Parthien der letzteren in bestimmte Knochen umwandeln.

2) Durch einen von dem Perichondrium des Primordialschädels ausgehenden Verknöcherungsprocess bilden sich gleichfalls besondere Knochenstücke, die niemals knorpelig präformirt waren, und nur insofern auf das Primordialcranium sich beziehen, als das sie erzeugende Blastem eine directe Umhüllung des letzteren bildet und mit ihm in continuirlichem Zusammenhange steht. Desshalb muss auch dieses als integrirenden Bestandtheils des Primordialcraniums gedacht werden*).

Die auf solche doppelte Weise entstandenen Knochenstücke setzen das knöcherne Kopfscelet zusammen, und dienen theils zur Umschliessung des Gehirnes und der höheren Sinneswerkzeuge, die eigentliche Schädelkapsel vorstellend, theils bilden sie das feste Gerüste für den Eingang des Darmrohrs, und erscheinen somit als Eingeweidescelet.

Die Anordnung und gegenseitige Lagerung der einzelnen Knochenstücke des Schädels zeigt bei den verschiedenen Abtheilungen der Wirbelthiere, ungeachtet zahlreicher, auf bestimmte Gruppen beschränkter Eigenthümlichkeiten dennoch einen gewissen Plan, der je nach der grösseren oder geringeren Beständigkeit in Wiederkehr der betreffenden Anordnungen in verschiedenem Grade deutlich ausgedrückt ist. Von sol-

*) Sowohl aus dem genannten Grunde, mehr aber noch aus der innigen Verwandtschaft der beiden, die einzelnen Stücke des Schädels erzeugenden Gewebe (Knorpel- und Bindegewebe) werden die zwischen Reichert und Kölliker bezüglich der Schädelentwicklung bestehenden Differenzen völlig ausgeglichen. Die Frage nach der Gewebsqualität der ersten Anlage des Schädels wird für die Anschauungen der Entwickelung des letzteren bedeutungslos, wenn wir bedenken, dass selbst der Knorpel nicht direct in Knochen sich umwandelt, sondern zuvor die Stufe des Bindegewebs durchläuft, wie durch H. Müller neuerdings wieder gezeigt ward.

Ausführliches über die Lehre vom Primordialcranium vergl. Reichert, Vergleichende Entwicklungsgeschichte des Kopfes der nackten Reptilien. Königsberg 1838. Kölliker, Zweiter Bericht von der kgl. Zootom. Anstalt zu Würzburg. 1849. Reichert in Müll. Archiv 1852. p. 521.

chen Organisationsverhältnissen ist vor Allem die an der eigentlichen Hirnkapsel wahrnehmbare Gliederung hervorzuheben, nämlich die Thatsache, dass eine Anzahl von Knochenstücken sich in derselben Weise zu einander gelagert zeigt, wie die Elemente der Wirbel am Rückgrate. Es lassen sich so am knöchernen Hirnschädel mehrere hinter einander gelegene Segmente unterscheiden, welche in Gestalt und Zusammensetzung einzelnen Wirbeln entsprechen, indem sie wie diese aus einem unpaaren, einem Wirbelkörper homologen Basalstücke, aus zwei seitlichen Bogenstücken und endlich aus oberen (paarigen oder unpaaren) Schlussstücken bestehen. Der hinterste Wirbelabschnitt des Schädels schliesst sich an den vordersten Wirbel des Rückgrates an, er ist zugleich der den Wirbeltypus am deutlichsten offenbarende, während die vor ihm gelegenen den Wirbelcharakt:r immer undeutlicher werden lassen, so dass er in den vordersten Abschnitten gänzlich erloschen ist.

Diese schon von P. Frank geahnte, aber erst von Oken aufgestellte, wenn auch in ihrem Detail nicht zum völligen Abschluss gebrachte Theorie von der Zusammensetzung des Schädels aus Wirbeln wirft ein helles Licht auf die ganze morphologische Bedeutung dieses Körpertheiles und vervollkommnet die Erkenntniss des Planes vom gesammten Wirbelthierscelete, welches wir also in seinen Achsentheilen, dem Rückgrate und dem damit verbundenen Schädel aus homologen Segmenten zusammengesetzt uns vorstellen müssen.

Die Verschiedenheit, welche die in die Schädelbildung eingehenden Wirbel von jener des Rückgrates aufweisen, sind wesentlich quantitativer Natur, und werden durch die höhere Bedeutung dieses, das Gehirn und die Sinnesorgane umschliessenden Sceletabschnittes hinreichend aufgeklärt, so dass wir sie jenen Unterschieden parallel gehend ansehen können, die zwischen dem Rückenmarke und dem vorderen Theile des centralen Nervensystems, dem Gehirn nämlich, bestehen. — Die höhere Differenzirung der vordersten Wirbel zu den Wirbelsegmenten des Schädels bedingt auch eine abweichende Bildung derselben in ihren Detailverhältnissen und obgleich noch auf den Urtypus des Wirbels zurückführbar, erscheinen die einzelnen in sehr verschiedener Beziehung zu den benachbarten Theilen und verhalten sich heteronom.

Die Zahl der Schädelwirbel hat bis jetzt noch nicht definitiv festgestellt werden können, weil die vordersten Abschnitte des Schädels ihre Bedeutung als Wirbel verloren. Es können völlig bestimmt nur drei Schädelwirbel unterschieden werden, zu denen noch ein vierter hinzukommt, dessen Plan jedoch in der Regel so sehr verwischt ist, dass man die ihn zusammensetzenden Theile eben so gut einer anderen Gruppe von Knochen beirechnen könnte.

Nicht alle am knöchernen Schädel wahrnehmbaren Knochenstücke kommen den Wirbelsegmenten zu, und erscheinen als Elemente derselben. Es besteht vielmehr eine Anzahl von Knochen, die speciellere Beziehungen zu den Sinnesorganen aufweisen, und obwohl sie mit den

Schädelwirbeln sich verbinden oder sich zwischen sie einkeilen, ausserhalb des Wirbelplanes liegen, und nur als Schaltknochen anzusehen sind. Ausser diesen finden wir mit dem Schädel besonders der höheren Wirbelthiere noch verschiedene Knochenstücke in Verbindung, welche ursprünglich einen Theil des Eingeweidescelets, den Kiefer-Gaumenapparat darstellend, nur dem Schädel angeheftet sind und erst später, in höherer Bildung mit letzterem in engere Beziehungen treten. Wir können uns demzufolge die Urform des Schädels als eine Kapsel vorstellen (Fig. 133. *a*) an welche jederseits mittels eines beweglichen Stieles (*b*) der Kiefer-Gaumenapparat (*c*, *d*) befestigt ist. Letzterer besteht aus zwei Schenkeln, einem oberen (*c*), den Oberkiefer-Gaumenapparat repräsentirenden, der später mit dem eigentlichen Schädel verbunden getroffen wird, und einem unteren, der in allen Fällen den Unterkiefer (*d*) bildet. Der bewegliche, ursprünglich beide Schenkel vereinigende Stiel, verbindet sich in aufsteigender Thierreihe immer vollkommen mit dem Schädel, und stellt, wenn der Oberkiefer-Gaumenapparat jene Verbindung schon eingegangen, nur noch den Träger des Unterkiefers vor, um schliesslich gleichfalls in den Schädel überzugehen. Es bleibt dann auf der höchsten Stufe nur der Unterkiefer als einziger mit dem Schädel beweglich verbundener Knochen.

Fig. 133.



Fische, Reptilien und Vögel repräsentiren jene Abtheilung, bei welcher die Verbindung des ebengenannten Apparates mit dem Schädel noch nicht vollständig zu Stande kam, während der Säugethierschädel durch eine solche Verbindung sich auszeichnet.

Wir unterscheiden also bei der vergleichenden Betrachtung des Schädels den eigentlichen die Hirnkapsel darstellenden Theil nebst den ihm angefügten Schaltknochen, sowie den Kiefer-Gaumenapparat, sammt dessen Suspensorium, welches bei den höheren Wirbelthieren die Schläfengegend bilden hilft.

§. 44.

Vom eigentlichen Schädel.

Die Verbindung des Schädels mit dem Rückgrate findet in einer sehr verschiedenen mit dem Entwicklungsgrade der Wirbelsäule in Verbindung stehenden Weise statt. Der Schädel erscheint als eine unmittelbare Fortsetzung des Rückgrates, wo letztere aus einem ungegliederten die Chorda umschliessenden Knorpelrohre besteht, wie bei den Cyclostomen, den Stören und Selachiern*). Bei den Knochenfischen ist er mit der Wirbel-

Fig. 133. Urtypus des Kopfscelets *a*. Schädelkapsel. *b*. Stiel des Kiefergaumenapparates. *c*. Oberkiefer-Gaumenapparat. *d*. Unterkiefer.

*) Beweglich mit dem Rückgrate articulirt der Schädel der Chimären und der Rochen.

säule auf dieselbe Weise verbunden, wie die einzelnen Wirbelsegmente unter sich, also immer noch unbeweglich, während bei allen übrigen Wirbelthieren zwischen Schädel und Rückgrat eine Articulation besteht. Diese kommt durch Bildung von Gelenkköpfen am Schädel und Gelenkvertiefungen am ersten Halswirbel zu Stande. Einen Gelenkkopf (*Condylus occipitalis*) besitzen Reptilien und Vögel, indess zwei für Amphibien und Säugethiere charakteristisch sind.

Die in die Bildung des knöchernen Schädels eingehenden Stücke sind nicht für alle Wirbelthiere in Zahl und Lagerung gleichmässig, denn wenn auch gewisse Verhältnisse derselben immer feststehend sind, so zeigt sich an einzelnen Knochen in den verschiedenen Classen bald ein Zerfallen in mehre Stücke. Das Zusammentreten ist zwar in der Regel eine Folge späterer Entwicklungszustände, und es sind die einzelnen Theile in den früheren Stadien getrennt, allein nicht selten tritt schon von Anfang an ein bei anderen Wirbelthierabtheilungen durch zwei oder mehr Stücke dargestellter Knochen nur in einem einzigen Stücke auf. Ist es auch in solchen Fällen möglich, darzuthun, dass ein bestimmter Knochen bei dem einen Thiere der Summe zweier in einem anderen Thiere entspricht, so darf doch das Auftreten neuer, in andern Classen der Homologien entbehrender Elemente nicht übersehen werden. Somit werden also die Eigenthümlichkeiten der Schädelbildungen nicht nur in der verschiedenen Form und Verbindung der knöchernen Elemente, sondern auch in dem Vorkommen oder Fehlen einzelner Theile zu suchen sein.

Der erste (hinterste) Schädelwirbel wird durch die Vereinigung von drei Knochen gebildet. Ein *Os basilare* entspricht dem Körper, sowie die beiden *Occipitalia laterialia* den seitlichen Bogenstücken, und endlich ein *Occipitale superius* ist dem Schlussstücke eines Wirbels homolog.

Der zweite Schädelwirbel wird vom hinteren Keilbeinkörper, den hinteren Keilbeinflügeln und den Scheitelbeinen dargestellt, welch' letztere gleichfalls als Schlussstücke erscheinen.

Den dritten setzen der vordere Keilbeinkörper, die vorderen Flügel und die Stirnbeine zusammen.

Den vierten bildet als Basalstück das Pflugscharbein, welches seine Bedeutung als Wirbelkörper nicht undeutlich zu erkennen giebt, indess sich die Bogenstücke nur schwer nachweisen lassen. Als solche werden Theile des *Ethmoideum* angeführt, die bei den Fischen als vordere Stirnbeine gelten. Die Schlussstücke werden durch die Nasenbeine vorgestellt.

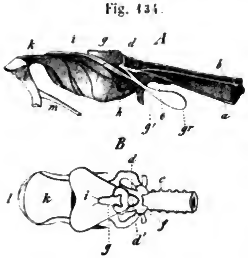
Zwischen diese mit Wirbeln vergleichbaren Knochenparthieen fügen sich noch verschiedene andere Stücke ein, so namentlich zwischen dem ersten und zweiten Wirbel das *Os petrosum* und *mastoideum*, mit denen bei den höheren Wirbelthieren noch Theile des Kieferapparates verbunden sind.

An die vorderen Abschnitte schliessen sich die Gesichtsknochen an, welche zugleich mit Sinnesorganen in Beziehung stehen, und ihnen

theils zur Umhüllung, theils zur Anlagerung dienen; als solche führen wir an das *Ethmoideum* (zum Theile), die *ossa lacrymalia, praenasalia* sowie die *supraorbitalia* und *infraorbitalia.*

Unter den niedersten Fischen ist mit dem Mangel eines Gehirnes auch ein besonderer Schädel nicht vorhanden, und das aus der *Chorda dorsalis* gebildete Rückgrat setzt sich bei Amphioxus mit seinen und des ventralen Nervensystemes Umhüllungen nach vorne gleichmässig fort, um in ein spitzes Ende überzugehen. — Eine knorpelige oder zum Theil auch membranöse Schädelkapsel, in deren Basis die Chorda sich fortsetzt, besteht bei den Cyclostomen. Der Basilartheil dieses Schädels ist zum Theile verknöchert und geht seitlich in zwei den Felsenbeinen vergleichbare Knochenblasen (Fig. 134. *Bf*) über, die das Gehörorgan umschliessen. Vorne setzen sich von diesen zwei divergirende Schenkel fort, welche mit dem sehr mannichfaltigen Apparate der Gesichtsknochen und Knorpel continuirlich verbunden sind, und zugleich den festen Rahme des Gaumen-Schlundgewölbes (*h—m*) tragen. Nach hinten geht die Schädelkapsel in das häutige Rückenmarksrohr und bei den Petromyzonten erstrecken sich vom Basilartheile des Schädels noch ein paar Knorpelleisten (*e*) nach der Basis des Rückgrates.

Fig. 134.



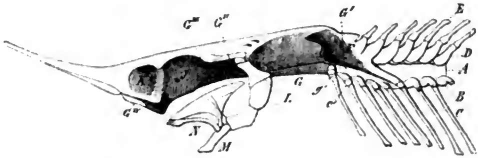
Bei den Selachiern, den Chimären und den Stören bildet der Schädel eine einzige nicht weiter in discrete Stücke zerfallende Knorpel-Masse, welche zur Aufnahme der Sinnesorgane (Seh- und Geruchswerkzeuge) mit Höhlungen versehen ist, und in deren Basilartheil die Chorda zum Theile sich fortsetzt*). Den vordersten Theil des Schädels bilden die sehr entwickelten Schnauzenknorpel. Das Auftreten von Knochenstücken beginnt schon bei den Stören, deren Knorpelschädel an seiner Basis ein breites über die untere Wand des Anfanges des Rückgrates sich ausdehnendes, dem Keilbeinkörper anderer Fische vergleichende *Os basilare* (Fig. 135. *G*) besitzt, welches sich an zwei Stellen nach oben verlängert, und vorne scheidewandartig in die Knorpelmasse eindringt, um an der Schnauzen-

Fig. 134. Schädel und Anfang der Wirbelsäule von *Petromyzon marinus*. *A* Senkrechter Längendurchschnitt. *B*. Ansicht von oben. *a*. *Chorda dorsalis*. *b*. Rückenmarkscanal. *c*. Rudimente von Bogenstücken der Wirbel. *d*. Knorpeliges Schädelgewölbe. *d'* Membranöser Theil des Schädelgewölbes. *e*. *Basis cranii* *f*. Gehörkapsel. *g*. Nasenkapsel. *g'* Nasengaumengang. *gr*. Blindes Ende desselben. *h*. Fortsatz des knöchernen Gaumens. *i*. Hintere Deckplatte des Mundes. *k*. Vordere Deckplatte. *l*. Lippenring. *m*. Anhang derselben. — (Nach J. Müller.)

*) Ausgenommen hiervon sind die mit einer Occipital-Articulation versehenen Chimären und Rochen.

basis mit seinem vorderen einem Vomer analogen Endstücke wieder hervorzutreten. Obschon auch der Schädel der Dipnoi zum grösten Theile

Fig. 135.



noch als Primordialcranium erscheint, so ist doch eine Fortentwicklung durch zahlreichere Knochenstücke angedeutet, und ausser dem ossificirten Basilarstücke tritt noch eine knöcherne Schädeldecke hinzu. — Der Schädel der Knochenfische zeigt bei vielen noch die knorpelige Grundlage des Primordialcraniums, bald als eine das Gehirn fast vollständig umschliessende zusammenhängende Kapsel, bald nur in Theilstücken, knorpelige Lamellen oder Knorpelstreifen zwischen den knöchernen Elementen darstellend. Die verschiedenen bei der Entwicklung des knöchernen Schädels aus dem Primordialcranium sich darstellenden Stadien, finden alle ihre Repräsentanten in den bleibenden Zuständen der Schädelbildung der einzelnen Knochenfische, von denen die Hechte und Lachse mit dem vollkommensten Primordialcranium versehen sind. Auch bei den übrigen Knochenfischen verbleibt häufig noch eine knorpelige Decke der Schädelhöhle, welche dann von den knöchernen Elementen überlagert wird.

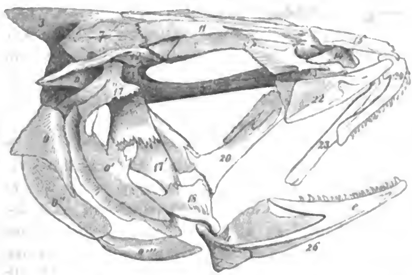
Den hintersten Schädelabschnitt stellt an das Basis das noch einem Wirbelkörper ganz ähnlich gebildete *Os occipitale basilare* (Fig. 137. 1) dar, welches dem ersten Wirbel des Rückgrates mit einer conischen Vertiefung correspondirt, und so den Wirbeltypus am längsten gewahrt hat. Seitlich daran schliessen sich die *Occipitalia lateralia* (2), die oben durch das *Occipitale superius* (3) verbunden sind. Letzteres bildet häufig eine stark vorspringende senkrechte Crista, ähnlics dem Dornfortsatz eines Wirbelbogens zwischen dies Seitenstück und das *occ. superius* drängt sich je ein *Occ. externum* (4) ein, welches einen Theil des Gehörorgans um-

Fig. 135. Schädel und Anfang der Wirbelsäule von *Acipenser Ruthenus* nach Entfernung der Hautknochen. *A.* Gallertsäule mit der Scheide. *B.* Untere Wirbelstücke (Querfortsätze, welche die mit knorpeliger Apophyse (*c'*) angefügten Rippen *c* tragen. *D.* Obere Wirbelstücke. *E. Processus spinosi.* *F.* Unter sich und mit dem knorpeligen Schädel verwachsene vorderste Knorpel der Wirbelsäule. *G.* Basilarknochen. *G*I Verlängerung derselben über den Anfang der Wirbelsäule. *G*II Flügelfortsatz. *G*III—*G*IV Vordere Verlängerung des Basilarknochens (*Vomer*). *g'* Ansätze der Rippen am Basilarstücke des Schädels. *J.* Augenhöhle. *K.* Nasenhöhle. *L.* Suspensorium des Unterkiefers, aus 3 Stücken bestehend, einem oberen knöchernen, durch 1 Apophyse dem Schädel eingefügt, und 2 unteren knorpeligen. *M.* Unterkiefer. *N.* Oberkiefer-Gaumenapparat. (Nach Joh. Müller.)

schliesst, wie auch andere Stücke, z. B. das *occ. superius* in Fällen Theile der halbkreisförmigen Canäle in sich aufnehmen.

An dieses hintere Schädelsegment schliesst sich an der Basis der Körper des Keilbeins (Fig. 136, 137. *s.*) an; ein meist starkes langes

Fig. 136.

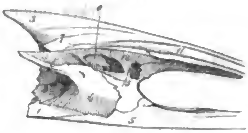


Knochenstück, welches dem *occ. basilare* in der Regel durch Schuppennath verbunden nach vorne bis zum Pflugscharbein sich erstreckt, und somit der Summe eines vorderen und hinteren Keilbeinkörpers für homolog erachtet werden muss. Die seitlichen Bogenschenkel dieses der Basis zweier Schädelwirbel entsprechenden Abschnittes, nämlich vordere und hintere Keilbeinflügel, sind bei den Knochenfischen nur schwer erkennbar, indem sich zwischen ihre weit nach vorne gedrängte Rudimente und den Occipitalwirbel zwei beträchtliche Knochenstücke einschieben, die wir als Mastoideum und Petrosum bezeichnen, ohne dabei zu übersehen, dass sie den gleichnamigen Stücken der höheren Wirbelthiere nicht völlig homolog sind. Das Mastoideum (6), nach unten an das *Occipitale basilare* führend, nach hinten vom *Occip. laterale* und *externum* begränzt, führt vorne an das Petrosum und *Frontale posterius*, oben an das Scheitelbein. Sein Inneres birgt einen Theil des Ohrlabyrinthes. Nach hinten und oben streckt es sich in einen Fortsatz aus, an welchen wie an das *Occipitale externum* der Brustgürtel sich anheftet. Nicht selten, wie bei den Ganoiden, besteht das Mastoideum aus zwei über einander liegenden discreten Knochenstücken (Fig. 137. 6. 6'), welche beide man dann mit besonderen Namen belegt hatte.

Fig. 136. Kopfscelet eines *Gadus*. (Die Knochen des Kiefersuspensorium und des Opercularapparats sind etwas aus einander gerückt). — 1. *Occipitale basilare.* 2. *Occ. laterale.* 3. *Occipitale superius.* 4. *Occ. externum.* 5. *Sphenoidale basilare.* 6. *Mastoideum.* 7. *Parietale.* 11. *Frontale.* 12. *Postfrontale.* 13. *Vomer.* 14. *Frontale anterius (ethmoidale).* 15. *Petrosum.* 16. *Nasale.* 17. *Quadratum.* 17' Schaltstück. 18. *Quadrato-jugale.* 20. *Pterygoideum.* 22. *Palatinum.* 23. *Maxillare superius.* 24. *Intermaxillare.* 26. Unterkiefer. *a. Articulare. c. Angulare. e. Dentale. o. Operculum. o' Praeoperculum. o'' Interoperculum. o''' Suboperculum.*

Den zweiten dieser Schaltknochen bildet das *Os petrosum* (15), welches bei weniger stark entwickeltem Mastoideum zumeist von dem Knochenstücke des hinteren Schädelsegmentes, immer jedoch vom Mastoideum nach hinten begränzt wird, während es oben ans hintere Stirnbein, unten ans *Sphenoideum basilare* stösst. Beide *Ossa petrosa* schliessen über dem Keilbeinkörper an einander und bilden damit den Boden des vorderen Abschnittes der Schädelhöhle, von deren Begränzung das *Sphen. basilare* hier ausgeschlossen wird*).

Fig. 137.



Vor dem Petrosum folgt zwischen Schädeldach und Schädelbasis (*Sphen. basil.*) eine mehr oder minder beträchtliche Lücke, welche am knöchernen Schädel direct in die Hirnkapsel sich fortsetzt. Durch häutige wie knöcherne oder knorpelige Theile wird aber hier ein Verschluss der Schädelkapsel zu Stande gebracht, wozu namentlich zwei oben an die Felsenbeine sich anschliessende Knochen beitragen. Es sind diese häufig durch ein unpaares Stück zunächst der Schädelbasis untereinander verbundenen Knochen aller Wahrscheinlichkeit nach den hinteren Keilbeinflügeln homolog. Das dünne stielartige Verbindungsstück bleibt nicht selten knorpelig und setzt sich mit seinem unteren Ende auf das Sphenoideum basilare, oder verläuft auf letzterem noch eine Strecke weit nach vorne**). Vordere Keilbeinflügel (*Alae arbitales*) sind bei den Knochenfischen nicht in grosser Ausdehnung anzutreffen, und werden gleichfalls häufig nur durch membranöse Theile ersetzt.

Das Gewölbe des genannten Schädelabschnittes bilden die Scheitel- und Stirnbeine. Die *Parietalia* (7) hinten und aussen an die *Occipitalia externa* (4) gränzend, werden häufig durch das sich nach vorne zwischen

Fig. 137. Gadusschädel nach Entfernung des Kiefer-Gaumengerüstes. Bezeichnung wie Fig. 136.

*) Die Deutung der oben geschilderten beiden Knochenstücke hat mannichfaltige Schicksale erlebt, wie aus der nachstehenden Zusammenstellung einiger der verschiedenen Erklärungsweisen zu ersehen ist:

	Cuvier	Hallmann	Owen
Mastoideum:	*Mastoideum*	*Squama temporalis*	*Petrosum.*
Petrosum:	*Ala magna sph.*	*Petrosum*	*Ala magna sph.*

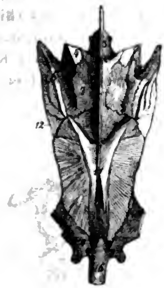
Wo das Mastoideum in zwei Stücke zerfallen ist, wurde das eine, obere, von Cuvier als *mastoideum*, das untere als *petrosum* gedeutet.

Die beiden *Ossa petrosa* überbrücken sehr häufig einen nach unten vom Keilbeinkörper geschlossenen Canal, der zur Aufnahmen des hinteren Theiles der Augenmuskeln bestimmt ist.

**) Von Cuvier und Owen wurden die erwähnten Knochenstücke als vorderer Keilbeinflügel, von Meckel, Hallmann und Stannius dagegen als hinterer Flügel gedeutet.

sie eindrängende *Occipit. superius* (3) vollständig von einander geschieden; häufig werden sie auch nur durch einen einzigen Knochen repräsentirt. Die Stirnbeine bilden vorzüglich die Decke des Orbitalsegmentes, sie zerfallen in der Regel in mehrere Stücke, von denen die mittleren (*frontalia media*) zuweilen durch einen einzigen Knochen (*fr. principale*) vertreten sind (11). Die *front. posteriora* (12) finden sich über dem Petrosum, noch unter und vor den Scheitelbeinen, und stellen mit dem Mastoideum gemeinschaftlich die Einfügestelle des Tragapparates des Kiefer-Gaumengerüstes her. Die gewöhnlich als vordere Stirnbeine bezeichneten Stücke werden am besten als Theile des vordersten Schädelsegmentes angesehen.

Fig. 138.



Als Basalstück dieses Segmentes erscheint der *Vomer**) (13), welcher vor dem *Sphen. basilare* gelagert mit demselben entweder durch Nathverbindung oder auch nur lose zusammenhängt. Als den Bogen dieses Abschnittes bildende Knochenstücke betrachte ich die vorderen Stirnbeine (14), welche in der Regel eine den Riechnerven durchlassende Oeffnung tragen und durch ein unpaares mittleres Stück, das *Os nasale*, (16) vereinigt sind. Das letztere je nach den Formverhältnissen des vorderen Schädelabschnittes sehr verschieden gestaltet, ist häufig knorpelig und gleichfalls eines jener Sceletstücke, welche bei den Fischen den verschiedensten Deutungen unterworfen sind**).

Mit den bis jetzt abgehandelten Stücken des Schädels der Knochenfische verbinden sich fast allgemein noch verschiedene andere Knochen, die als Eigenthümlichkeiten dieser Abtheilung der Wirbelthiere ausserhalb des Bereiches der allgemein typischen Sceletbildung liegen, und daher als rein accessorische Theile erscheinen, deren Entstehung vielleicht durchgängig in Hautossificationen zu suchen ist. Sie finden

Fig. 138. Gadus-Schädel von oben. 3. *Occipitale superius.* 4. *Occ. externum.* 6. *Mastoideum.* 7. *Parietale.* 11. *Frontale.* 12. *Frontale posterius.* 14. *Frontale anterius* (*Ethmoideum*). 16. *Nasale.*

*) Bei *Lepisosteus* ist dieser Knochen paarig vorhanden

**) Von Cuvier, Meckel und Hallmann wird dieser Knochen als *Ethmoideum* bezeichnet, während Agassiz und Owen ihn in der oben gegebenen Fassung nehmen, die mir deshalb die richtigere erscheint, weil die jedenfalls hier sehr maassgebenden Beziehungen des *Olfactorius* zu den sogenannten vorderen Stirnbeinen letztere als die den Seitenhälften des *Ethmoideum* am sichersten entsprechenden Knochenstücke erscheinen lasse, so dass unser *Nasale* dann nur als das Deckstück des Nasentheils sich herausstellt.

sich von der Nasengegend bis zur Schläfengegend hin verbreitet, oft in Bogen die Augenhöhlen umgürtend (*Ossa infraorbitalia Cuv.*) oder bis an den Ansatz des Brustgürtels hin die Seiten des Kopfes bepanzernd (*Ossa supratemporalia Cuv.*). Die Beziehungen dieser Knochen zum Integumente erhellen aus ihren Verbindungen mit dem bei den Sinnesorganen näher zu behandelnden System der sogenannten Schleimcanäle, für welche sie ein Gerüste abgeben und demzufolge von Hohlräumen durchbohrt, oft sogar selbst äusserlich schon röhrenförmig gestaltet sind **).

Am Schädel der Amphibien ist das knorpelige Primordialcranium in verschiedenem Grade auch noch im ausgebildeten Zustande des Thieres erhalten, und die knöchernen Theile geben sich als blosse Ossificationskerne der Knorpelkapsel oder als vom Perichondrium aus gebildete Knochenstücke zu erkennen. Vom Schädel der Fische unterscheidet er sich

Fig. 139.

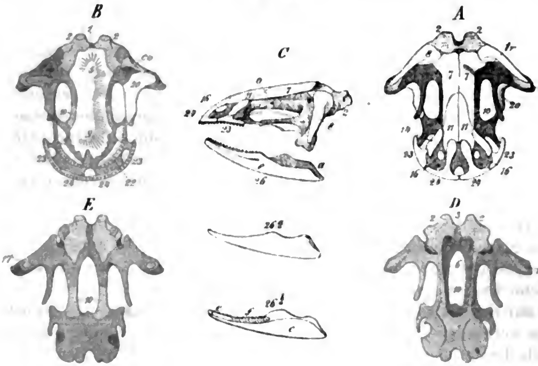


Fig. 139. Schädel von *Siredon pisciformis.* *A.* von oben. *B.* von unten. *C.* seitlich. *D.* Primordialcranium von oben. *E.* von unten. — Die punctirten Theile stellen verknöcherte Parthien des Primordialcranium vor, das knorpelige Primordialcranium ist gestrichelt. 1 *Occ. basilare.* 2. *Occ. laterale.* 3. *Occ. superius.* 5. 9. *Sphenoideum basilare.* 6. *Sphenoideum laterale post.* 7. *Parietale.* 8. *Tympanicum.* 10. *Sphenoid. lat. anterius.* 11. *Frontale.* 14. *Nasale.* 16. *Ethmoideum.* 17. *Quadratum.* 20. *Quadrato-jugale.* 22. *Palatinum.* 23. *Maxillare superius.* 24. *Intermaxillare.* 26. Unterkiefer. *a. Articulare* durch den Meckel'schen Knorpel vertreten. 26ª Derselbe vollständig. 26ᵇ Unterkiefer von innen. *e. Dentale.* *c. Angulare.* *f. Operculare.* — *o. Foramen nervi optici.* *tr. Foramen nervi trigemini.* *co. Columella.*

**) Es können diese Hautknochen auch als Modificationen von Schuppen betrachtet werden, wie aus einer Vergleichung der am Kopfe vorkommenden mit den längs der sogenannten Seitenlinie verlaufenden und oft von den übrigen Schuppen kaum unterscheidbaren, erhellen wird.

Sehr mächtig werden die Infraorbitalknochen bei der Familie der *Cataphracten.*

wesentlich durch die feste Vereinigung des Kiefer-Gaumenapparates mit der eigentlichen Schädelkapsel, so dass nur der Unterkiefer beweglich erscheint. Dadurch ergeben sich Annäherungen an den Schädel der Dipnoi auf der einen Seite, andererseits an jenen der Säugethiere, mit welchem er auch den doppelten *Condylus occipitalis* gemein hat.

Das hinterste Schädelsegment wird vorzüglich durch die *Occipitalia lateralia* (2) zusammengesetzt, da das *Occ. basil.* (1) wie das *superius* (3) entweder vollständig fehlt, oder nur durch eine dünne der Knorpelkapsel angehörige Lamelle repräsentirt wird. Am deutlichsten sind die Reste der beiden genannten Stücke beim Axolotl (Fig. 139. *D. E.*). An der Basis des Schädels folgt nach vorne ein meist langes *Sphenoideum basilare* (5.9), welches jenem der Fische ähnlich einem vorderen (9) und hinteren (5) Keilbeinkörper entspricht. Die seitlichen Bogenstücke dieses Abschnittes werden entweder von membranösen oder, was der häufigste Fall ist, von knorpeligen Theilen gebildet, in denen selten ausgedehntere knöcherne Elemente zum Vorschein kommen.

Dem auf die Schläfenbeingruppe folgenden meist knorpeligen, bei den Salamandrinen knöchernen Abschnitt, der hier als den hinteren Keilbeinflügeln entsprechend betrachtet wird, schliesst sich nach vorne ein knöchernes, in der Regel ringförmiges und die eigentliche Schädelhöhle abschliessendes Stück an (10), welches ich als das *Sphenoideum laterale anterius* ansehe *). Unter diesen beiden hinweg verläuft der vordere Theil des *Os sphenoideum basilare*.

Die vor dem Occipitalsegmente gelegene Schläfengegend, welche sich in das Tragstück des Kiefergaumenapparates fortsetzt, wird von den meist sehr ansehnlichen und vollständig knöchernen Felsenbeinen gebildet, welche bei den geschwänzten Amphibien mit den *Occipitalia lateralia* je zu einem Stücke verschmolzen sind. Sie bergen die Gehörorgane und sind besonders von oben her deutlich zu erkennen, indess sie von unten durch die seitlichen Flügel des *Sphen. basilare* verdeckt sind. Den *Ossa mastoidea* der Fische entsprechende Stücke fehlen. Die Decke des eigentlichen Schädeltheils wird bei den geschwänzten Amphibien durch zwei Scheitelbeine (7) und zwei davorliegende Stirnbeine (11) gebildet, während Frösche u. s. w. nur ein einziges Paar die Stirn- und Scheitelbeine zugleich darstellender Knochen besitzen.

Das vorderste oder Ethmoidalsegment wird bei den meisten unge-

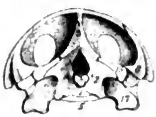
---

*) Dieses Knochenstück wurde von Cuvier *Os en ceinture*, von den meisten übrigen Anatomen als *Ethmoideum* bezeichnet, allein die Thatsache, dass es nicht in allen Fällen die Schädelhöhle abschliesst, sondern dass dann noch knorpelige Parthien vor ihm diesen Verschluss bewerkstelligen, sowie auch dass in jenen Fällen, wo es den Abschluss bildet, die Geruchsnerven noch durch andere (knorpelige) Kopfsceletttheile hindurchtreten, um zur Nasenhöhle zu gelangen, lässt mich schliessen, dass ihm vielmehr die Bedeutung des Orbitalflügels des Keilbeins zukomme. Damit stimmt auch die Deutung der übrigen hierhergehörigen Sceletstücke viel besser überein.

schwänzten Amphibien durch seine knorpelige in das Oberkiefergerüste übergehende Grundlage charakterisirt, sowie durch das zwar nicht beständige aber doch sehr häufige Vorkommen eines paarigen *Vomer* *). Die bei manchen besonders den Fröschen sehr entwickelten vorderen Stirnbeine bilden Deckknochen der Nase und sind wie jene der Fische als Homologa des Ethmoideum anzusehen **). Daneben bestehen, am meisten bei den Salamandrinen und Perennibranchiaten ausgeprägt, noch vor den Stirnbeinen gelegene *Nasalia*.

Bei den Reptilien herrscht bezüglich der das Hinterhauptsloch umgebenden Theile des Occipitalsegmentes einige Verschiedenheit, indem nicht selten das Schlussstück, und zuweilen auch das Basilarstück, von der Begränzung jenes Loches verdrängt ist***). Bei der Bildung des einfachen *condylus occipitalis* betheiligen sich in der Regel ausser dem *Occ. basil.* noch die beiden Seitenstücke, und seine Gelenkfläche beurkundet diese Entstehung durch ihre dreihöckerige Gestalt, die bei Schlangen, Eidechsen und Schildkröten in die Augen fällt. — Die *Occip. lateralia* dehnen sich jederseits in einen nur bei den Schlangen wenig entwickelten Querfortsatz aus, welcher bei den Schildkröten ein *Occip. externum* trägt.

Fig. 140.



Das an diesen Schädelabschnitt sich anschliessende Mastoideum fehlt in mehreren Fällen (z. B. den meisten Schlangen aus der Abtheilung der Stenostomen) oder ist wenig entwickelt (Saurier), indess es bei den Schildkröten (Fig. 140. 8) und Crocodilen weit nach aussen vorspringt. Das Petrosum geht in allen Fällen in die Begränzung der Schädelhöhle ein, und findet sich durchgehends vor den *Occipitalia lateralia* gelagert, bei Schildkröten (15) und Crocodilen von der Aussenfläche des Schädels entfernt.

Auch das *Sphenoideum basilare* ist in den vorhin genannten Ordnungen von der Schädelbasis verdrängt, indem es dem grössten Theile nach vom Flügelbeine überdeckt wird. Nach vorne verlängert es sich in einen nur den Schlangen abgehenden oder durch einen Knochen vertretenen knorpeligen Fortsatz, der die Scheidewand der Augenhöhlen, und nach vorne zu auch jene der Nasenhöhlen tragen hilft, theilweise sogar mit ihr sich vereinigt. *Sphenoidea lateralia* werden nur durch knorpelige oder membranöse Parthien ersetzt, welche die Schädelhöhle abschliessen.

Fig. 140. Schädel einer Schildkröte von hinten. 1. *Occ. basil.* 2. *Occ. laterale.* 3. *Occ superius.* 5. *Sphenoideum basilare* 8. *Mastoideum.* 15. *Petrosum.* 17. *Quadratum.*

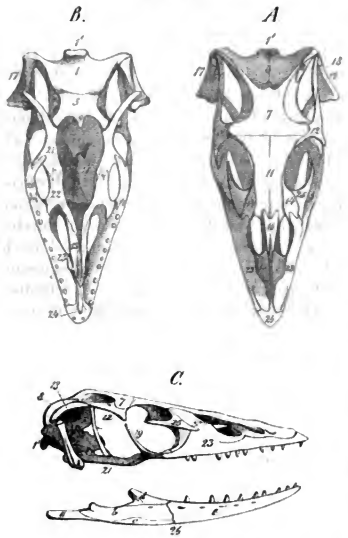
*) Unpaar ist er bei *Pelobates* und *Pipa*.

**) Wo diese Knochen tiefer in den unten gelegenen Knorpel sich einsenken, wie bei *Bufo agua* wird die Homologie mit den *Front. ant.* der Fische noch deutlicher.

***) Bei den Schlangen und den Crocodilen ist das *Occip. sup.* verdrängt, beim Chamäleon das *occ. basilare*.

Nur bei den Crocodilen bestehen *Sphenoidea lat. posteriora* als selbständige Knochen. Um so vollständiger sind die Deckstücke dieser Schädelabschnitte entwickelt, und unter diesen spielt die Hauptrolle das Scheitelbein (Fig. 141.7), welches jedoch nur bei den Schildkröten paarig ist*). Das Stirnbein ist wie bei den Fischen in mehrere Stücke zerfällt, davon auch hier eines (das *frontale principale*) bei den Crocodilen und Sauriern**) unpaar ist. Seitlich und hinten vom Hauptstirnbeine liegen die nur wenigen Schlangen abgehenden *Frontalia posteriora* (Fig. 141.12), durch welche die Augengrube von der Schläfengrube sich abgränzt.

Fig. 141.



Der vorderste Schädelabschnitt ist bei den Reptilien um ein beträchtliches schwieriger bezüglich des seiner Zusammensetzung zu Grunde liegenden Planes zu erkennen als in den übrigen Classen. Ein paariger, selte-

Fig. 141. Schädel von *Varanus*. *A.* von oben. *B.* von unten. *C.* seitlich. 1. *Occ. basilare.* 1' *Condylus occipitalis.* 3. *Occ. superius.* 5. 9. *Sphenoideum basilare.* 7. *Parietale.* 8. *Mastoideum.* 11. *Frontale.* 12. *Frontale posterius.* 13. *Vomer.* 14. *Front. ant.* (*ethmoid.*). 15. *Petrosum.* 16. *Nasale.* 17. *Quadratum.* 18. *Quadrato-jugale.* 19. *Jugale.* 20. *Pterygoid. externum.* 21. *Pterygoid. internum.* 22. *Palatinum.* 23. *Maxillare superius.* 24. *Intermaxillare.* 25. *Lacrymale.* 26. *Maxillare inferius.* *a, b, c, d, e,* die einzelnen Stücke des letzteren.

*) Von jedem Scheitelbeine steigt nach innen und unten ein breiter Fortsatz ab, der in der Regel das Flügelbein erreicht und zur seitlichen Begränzung der Schädelhöhle beiträgt. Es sind solche Stützpfeiler des Schädeldaches auch bei den Sauriern (ausgenommen sind viele schlangenähnliche Saurier) vorhanden und werden dort durch einen besonderen stielförmigen Knochen (*Columella*) repräsentirt, der in ähnlicher Verbindung sich findet. Noch vollständiger wird die seitliche Begränzung der Schädelhöhle durch das Scheitelbein bei den Schlangen erzielt, indem der genannte Knochen einen fast vollständigen Gürtel darstellt, der unten nur durch den vorderen Abschnitt des Keilbeinkörpers geschlossen wird. In ähnlicher Weise verhalten sich auch die beiden Stirnbeine, die jedoch auch von unten her die Schädelhöhle abschliessen.

**) Ausgenommen sind: *Anguis, Lacerta, Varanus* u. a.

ner unpaarer *Vomer* (Schildkröten) tritt häufig ähnlich wie bei den Fischen und Amphibien zur Ergänzung des Gaumengewölbes auf (Fig. 141. *B*. 13) bildet aber auch nicht selten, z. B. bei Crocodilen, eine Scheidewand für die Nasenhöhle. Der einem Ethmoideum entsprechende Theil, welcher die Geruchsnerven durchtreten lässt, bleibt zum grösten Theile knorpelig, doch können auch hier wieder die sehr verbreitet vorkommenden *Ossa frontalia anteriora* dem Orbitalstücke des Siebbeines der höheren Wirbelthiere für homolog erachtet worden. Diese letzteren Knochen (Fig. 141. *A*. 14) sind zumeist durch das Hauptstirnbein oder durch die Nasenbeine von einander getrennt, nur bei den Schildkröten auch die Stelle der hier fehlenden Nasenbeine vertretend und in der Medianlinie an einander gerückt. Sie bilden mit ihrem von aussen sichtbaren Stücke die Vordergränze des Orbitalrandes, indess von ihnen ausgehende Fortsätze sich zum Vomer begeben und auf diesem Wege knorpelige von den Geruchsnerven durchsetzte Parthien seitlich begränzen. Durch diese Fortsätze wird noch am meisten die Beziehung der *Front. anteriora* zum Ethmoidalsegmente des Schädels dargethan. — Nasenbeine, als Deckstücke dieses Abschnittes sind mit Ausnahme der schon vorhin erwähnten Ordnung überall vorhanden, in seltenen Fällen (Varanus) unpaar (141. *A*. 16). In einigen Fällen wird auch die Scheidewand der Nase von diesem Stücke gebildet.

Als ein neues zum erstenmale bei den Reptilien in die Bildung des Schädels eingehendes Knochenstück ist das *Os lacrymale* (25) anzuführen, welches bei Eidechsen und Crocodilen aussen an den vorderen Stirnbeinen gelagert, die Orbitalhöhle abgränzen hilft*).

Der Schädel der Vögel bietet ausser einigen Eigenthümlichkeiten, z. B. dem frühen Verwachsen der einzelnen Knochenstücke untereinander mancherlei Anschlusspuncte an jenen der Reptilien dar. Schon am hintersten Abschnitte treffen wir wie in jener Classe den einfachen Condylus von drei Stücken gebildet, indem *Occipitale basilare* (Fig. 142. 1) und die beiden *Lateralia* (2) in ihn eingehen. Diese drei Stücke bilden aber mit einem *Occipitale superius* (3) auch die Begränzung des Hinterhauptsloches.

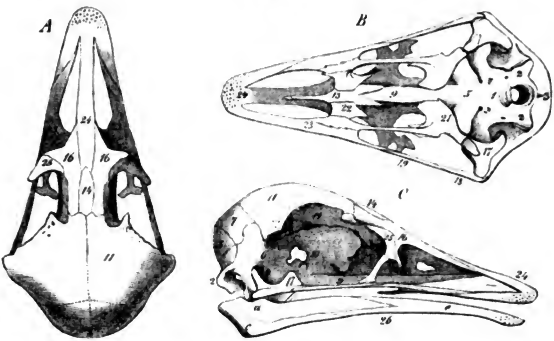
In der Schläfengegend sind jederseits zwei mit einander verwachsende Knochenstücke vorhanden, von denen das eine kleinere zunächst an das seitliche Hinterhauptsbein sich anschliesst, indess das grössere noch vorne bis gegen den hinteren Rand der Orbita fortgesetzt ist. Ersteres wird mit Bestimmtheit als Petrosum gedeutet, während das letztere (6) gewöhnlich als Schläfenschuppe angesehen wird, obgleich es vielleicht richtiger wäre es als Homologon des Mastoideum zu betrachten. An ihm findet sich die Gelenkfläche für den Trageknochen des Kiefer-Gaumenapparates.

An der Schädelbasis folgt auf den Basilartheil des Hinterhauptes das anfänglich in die Quere ausgezogene, dann gerade ziemlich weit nach

*) Eine Begränzung der Orbita von oben her bilden die seltener vorkommenden *Ossa supraorbitalia* (Schlangen).

vorne sich fortsetzende *Sphenoideum basilare* (5. 9), welches mit seinen Querfortsätzen häufig mit einem Knochen des Oberkiefer-Gaumen-Ge-

Fig. 142.



rüstes, nämlich mit dem Pterygoideum (21) articulirt, beständig aber gegen die Schädelhöhle zu eine zum erstenmal bei den Reptilien auftretende *Sella turcica* bildet. Die hinteren *Sphenoidea lateralia* (*alae temporales*) schliessen sich in beträchtlicher Ausdehnung vorne an das Mastoideum an, und bilden einen grossen Theil der hinteren Orbitalbegränzung, während die *Sphenoidea lateralia anteriora* nur durch kleine häufig sogar fehlende Knochenstücke vertreten sind. — Die Deckstücke dieser Gegend bilden die weit nach hinten gerückten Scheitelbeine (7), und die vor diesen gelagerten sehr umfangreichen Stirnbeine (11), durch welche letztere zugleich ein grosser Theil der Orbita begränzt wird.

Das spitz zulaufende Vorderstück des *Sphenoideum basilare* wird von einem verticalen, zum Theil eine Scheidewand der Nasenhöhle bildenden Pflugscharbein überlagert (13), und zum Theile sogar umfasst. Auf dieses folgt nach oben und hinten ein Ethmoideum aus einer die Schädelhöhle vorne abschliessenden hintersten und einer oberen horizontalen Lamelle gebildet, welch' letztere auf der Schädeloberfläche zu Tage tritt (Fig. 142. *A*. 14). Seitlich von ihm liegen die Nasenbeine (16), welche theils durch das Ethmoideum, theils durch den vom Zwischenkiefer kommenden Nasenfortsatz von einander getrennt sind. Nach aussen, zum Theile noch an einen Fortsatz des Stirnbeins gränzend folgen die

Fig. 142. Schädel von *Struthio Camelus*. *A*. von oben. *B*. von unten. *C*. seitlich. 1. *Occipit. basil.* 2. *Occ. lat.* 3. *Occ. superius.* 5. 9. *Sphenoideum basilare* 6. *Mastoid.* 7. *Parietale.* 10. *Sphenoid. lat.* 11. *Frontale.* 13. *Vomer.* 14. *Ethmoideum.* 15. *Nasale.* 17. *Quadratum.* 18. *Quadrato-jugale.* 19. *Jugale.* 21. *Pterygoid.* 22. *Palatinum.* 23. *Maxillare sup.* 24. *Intermaxillare.* 25. *Lacrymale.* 26. Unterkiefer. *a*, *c*, *e*. Stücke des letzteren.

Thränenbeine (25), welche durch einen absteigenden Fortsatz die Orbita nach vorne begrenzen*).

Am Schädel der Säugethiere ist im Allgemeinen die vollständigere Ausbildung der einzelnen auf typische Abschnitte zurückführbaren Knochenstücke bemerkenswerth, wogegen diese einzelnen Stücke nur in Ausnahmsfällen**) unter einander verwachsen. Mit der grössern Volumsentwicklung der Schädelhöhle harmonirt die Ausbildung der einzelnen Knochen, namentlich jener, welche zur Herstellung einer oberen Decke bestimmt sind.

Von den vier die Hinterhauptsgegend darstellenden Knochen sind die beiden *Occipitalia lateralia* durch einen Gelenkhöcker (*condylus*) ausgezeichnet, und entsenden bei vielen Säugethieren auch noch lange nach abwärts gerichtete Fortsätze (*processus paramastoidei*, *s. jugulares****). (Fig. 143 *a*). An der Bildung des *foramen occipitale* nehmen in der Regel alle vier Stücke Theil, und nur selten ist das obere als Schuppe des gesammten hinteren Schädelwirbels (Hinterhauptsbein) bezeichnete Stück davon ausgeschlossen.

Die Tendenz der Verwachsung der vier Stücke in eines, wie es beim Menschen besteht, giebt sich bei vielen Säugethieren zu erkennen. Der an das Basilarstück des Hinterhauptes anstehende hintere Keilbeinkörper erhält sich häufig beständig, in der Regel jedoch lange Zeit hindurch vom vorderen Keilbeinkörper getrennt. Mit dem *Sphenoideum posterius* verbinden sich als Seitenstücke die hinteren Keilbeinflügel (*Alae temporales*), mit dem nicht selten grösseren *Sph. anterius* die vorderen Flügel (*alae orbitales*). Schlussstücke sind die Scheitelbeine und Stirnbeine. Die ersteren, welche gewöhnlich nach hinten an die Schuppe stossen, werden von dieser in nicht seltenen Fällen durch ein unpaares *Os interparietale* getrennt, wodurch eine ähnliche Vieltheiligkeit sich ausdrückt wie in den unteren Wirbelthierabtheilungen beim Stirnbeine. Dieses accessorische Scheitelbein trifft sich in allen Ordnungen der Säugethiere verbreitet, erscheint aber häufig nur in jüngeren Lebensaltern, indem es später mit der Schuppe des Hinterhauptsbeines oder mit beiden Scheitelbeinen zu einem Stücke verschmilzt. Eine solche Verwachsung trifft nicht selten beide Scheitelbeine, während die beiden Stirnbeine nur in wenigen Fällen diesem Processe sich unterziehen†).

---

*) Es kann durch diesen Knochen auch ein unterer Augenhöhlenring gebildet werden, indem er sich entweder mit einem vom hinteren Orbitalrande kommenden Fortsatze verbindet, oder mit besonderen Infraorbitalstücken in Zusammenhang setzt. Auch gesonderte Supraorbitalknochen kommen noch sehr häufig vor.

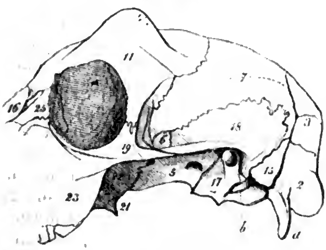
**) Eine Verschmelzung der Schädelknochen wie bei den Vögeln kommt als charakteristisch nur der Ordnung der Monotremen zu.

***) Z. B. bei den Schweinen, Einhufern, Wiederkäuern von ausnehmender Stärke.

†) Unter den Cetaceen ergeben sich bezüglich der beiden oben genannten Deckknochen des Schädels einige bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten. So sind z. B. die Stirnbeine der Delphine grösstentheils unter dem Oberkiefer verborgen und die

Zwischen den hinteren Keilbeinabschnitt und das Hinterhauptsbein drängen sich mehrere Knochenstücke ein, welche zuweilen zu einem einzigen, dem Schläfenbeine des Menschen entsprechenden Stücke verschmelzen. Es sind vier Knochen, indem zu dem schon bei den Vögeln vorhandenen Petrosum und Mastoideum noch ein *Os squamosum* (Fig. 143. 18) und *Os tympanicum* (17) kommen. Die beiden letzteren erhalten sich am meisten getrennt, während Petrosum und Mastoideum oft sehr frühe mit einander verschmelzen. Manchen Säugethieren geht das Mastoideum vollständig ab.

Fig. 143.



Das *Os squamosum* ist durch seinen nach vorn gerichteten Jochfortsatz ausgezeichnet, erreicht aber nie jene Ausdehnung, die es beim Menschen besitzt. Einige Eigenthümlichkeiten bietet das Paukenbein, welches den äusseren Gehörgang und die Paukenhöhle ganz oder zum Theile umschliesst. Es ist nämlich häufig in eine an der Schädelbasis vorragende Kapsel (*Bulla ossea*) umgewandelt, wie vorzüglich bei Nagern, den Raubthieren, den Insectenfressern u. a. zu sehen ist. Bei den Cetaceen ist es mit dem Felsenbeine nur durch Bandmasse dem Schädel angeheftet.

Der vorderste Abschnitt mit dem Vomer, Ethmoideum und den Nasenbeinen zeigt sich von dem ursprünglichen in den unteren Classen noch

Fig. 143. Hirntheil des Schädels einer Ziege. 2. *Occipitale laterale.* 3. *Occipit. superius.* 5. *Sphenoidale basilare post.* 6. *Sph. lat. post.* 7. *Parietale.* 11. *Frontale.* 15. *Petrosum.* 16. *Nasale.* 19. *Zygomaticum.* 21. *Pterygoideum.* 23. *Max. superius.* 25. *Lacrymale.* 17. *Tympanicum.* 18. *Squamosum.* a. *Processus jugularis.* b. *Proc. styloideus.*

kleinen Scheitelbeine werden von diesen sich hier bis zur Schuppe des Hinterhauptknochens erstreckenden Knochenstücken ganz an die Schläfengegend zur Seite gedrängt.

Die Horn- oder Geweihtragenden Säugethiere zeigen an den Stirnbeinen eine Verlängerung, den Stirnzapfen. Bei den Cavicorniern bildet das den Stirnzapfen überkleidende Integument die Matrix des Hornes, während bei Hirschen, Rehen u. s. w. die Geweihbildung durch eine auf dem Stirnzapfen vor sich gehende Wucherung erfolgt. An dem jungen Geweihe dieser Thiere entspricht der weiche, knorpelige von zahlreichen Gefässen durchzogene innere Theil dem Stirnzapfen der Cavicornier, und der überkleidende Hautüberzug (Bast) ist homolog der auf dem knöchernen Stirnzapfen liegenden gefässreichen Matrix mit den darüber befindlichen massigen Epidermisschichten, dem Horne. Das ausgebildete von den früher es überkleidenden Weichtheilen gereinigte Geweih der Hirsche entspricht demzufolge nur dem Stirnzapfen der Rinder, Antilopen u. s. w. Geweih- und Hornbildung sind somit die Endpuncte sehr verschiedener Process, die nur in der Entstehung eines vom Stirnbeine ausgehenden knöchernen Fortsatzes eine einheitliche Basis haben.

offener zu Tage liegenden Plane am meisten entfernt. Das durch eine senkrecht stehende Knochenlamelle dargestellte einfache Pflugscharbein liegt mit seinem oberen nach beiden Seiten flügelförmig ausgebreiteten Theile in gerader Fortsetzung der Keilbeinkörper, und hat wenigstens dadurch noch seine typische Bedeutung bewahrt; in seltenen Fällen nimmt es einen kleinen Antheil an der Begränzung der Schädelhöhle (Delphin). Das Ethmoideum bildet mit seiner oberen zum Durchtritte der Riechnerven vielfach durchlöcherten Platte*), wie auch sonst den vordersten Schluss der Schädelhöhle, senkt sich aber mit seinen seitlichen Theilen, dem beträchtlich entwickelten Labyrinthe, so zwischen die Gesichtsknochen ein, dass es zur Begränzung der Orbitalhöhle nicht beiträgt, somit keine senkrechten Seitenplatten (*lamina papyracea*) besitzt**). — Die Nasenbeine erscheinen paarig und verschmelzen nur in Ausnahmsfällen, wie bei den Affen der alten Continente, beim Nashorne u. a. Sie bilden eine Decke der Nasenhöhle, und nehmen von den Affen an abwärts an Länge zu, gleichen Schritt haltend mit der Ausbildung des Gesichtstheiles zur Schnauze. Bei den fleischfressenden Walthieren besitzen sie die relativ geringste Entwicklung, indem sie als kleine wulstige Knochen den Stirnbeinen aufgelagert sind und so der senkrecht aufsteigenden Nasenöffnung nur eine hintere Wandung abgeben.

Das Thränenbein (Fig. 143. 23) als Schaltknochen der vorderen Schädelabtheilung stellt in der Regel einen unbedeutenden platten Knochen vor, der vielen im Wasser lebenden Säugethieren gänzlich abgeht (den Delphinen, Pinnipediern) und entweder nur eine Begränzung der Augenhöhle bildet, oder über den vorderen oder inneren Orbitalrand beträchtlich hervortretend als eigentlicher Gesichtsknochen erscheint. Dickhäuter, Einhufer und Wiederkäuer tragen es in dieser Weise entwickelt.

Vom Kiefergaumenapparat.

Die auf den vorhergehenden Seiten als in die Bildung einer festen Schädelmasse eingehend bezeichneten Stücke des Kopfscelets waren entweder Theile, die auf Wirbel zurückführbar waren, oder Schaltstücke, die zwischen die Bogenabschnitte des Schädelgewölbes sich einfügten. Aus der letzteren Abtheilung trug am getreuesten den Charakter einer typischen Einrichtung die Gruppe der Schläfenknochen, welche zwischen dem Hinterhauptswirbel und dem hinteren Keilbeinwirbel sich einschob und in der aufsteigenden Wirbelthierreihe die Zahl ihrer Stücke vermehrte. Es sind somit zu den ursprünglichen auch den untersten Formen zukommenden Knochen in der Schläfengegend neue Stücke hinzugetre-

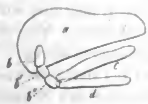
*) Die *Lamina cribrosa* zeigt nur beim Schnabelthiere jederseits ein einziges Loch. — Bei den Delphinen entbehrt sie auch dieses einen.

**) Hievon machen die Affen und einige Edentaten eine Ausnahme. — Eine rudimentäre Bildung zeigt das *Ethmoideum* bei den Walthieren durch die Verkümmerung des Siebbein-Labyrinthes.

ten, die jedoch, wie sogleich gezeigt werden soll, nicht etwa in den höheren Classen neu sich bilden, während sie den niederen gänzlich abgehen, sondern die vielmehr bei den letzteren nur ausserhalb des eigentlichen Schädelgerüstes liegen und nach und nach mit der höheren Gestaltung des Wirbelthiertypus zu den schon mit dem Schädel verbundenen Schaltknochen (*Petrosum* und *Mastoideum*) engere Beziehungen eingehen, sich mit denselben inniger verbinden, sogar zur Begränzung der Schädelhöhle beitragen, und endlich mit ihnen ein einheitliches Sceletstück darstellen, wie dies uns als *Os temporale* bei vielen Säugethieren, vor allem aber beim Menschen entgegentritt*).

Jene anfänglich ausserhalb des Schädels gelegenen Elemente bilden einen Tragapparat für das Kiefergerüste, so dass letzteres nicht ohne Rücksichtnahme auf die Schläfengegend betrachtet werden kann. In der ursprünglichen Bildung müssen wir uns Ober- und Unterkiefer (Fig. 144 *c d*) als bewegliche Stücke vorstellen, welche mittelst eines beide verbindenden und tragenden Stieles (*b*) an den Schädel befestigt sind und so ein nach abwärts gerichtetes Bogenwerk herstellen. Das obere Endstück des Kieferstieles anfänglich mit dem Schädel nur lose verbunden, schiebt sich allmählich in den Schädel ein und der ganze Tragapparat gliedert sich dabei in einzelne Abschnitte (*b b' b''*), die um so mehr zur Bildung der Schläfengegend beitragen, je mehr sie ihre Bedeutung als blosse Stützen des Kiefergerüstes aufgeben.

Fig. 144.



Indem so der Kieferstiel an den Schädel sich einfügt, werden auch die beiden Kiefer mit letzterem enger verbunden. Das ursprünglich einfache, frei bewegliche Stück (*c*), welches den Oberkieferapparat vorstellt, gliedert sich in eine Anzahl von discreten Elementen, die nun von der Schläfengegend an unter dem eigentlichen Schädel nach vorne ziehen und die Gruppe der Oberkiefer-Gaumenknochen nebst dem Jochbeine darstellen, zuerst noch leicht beweglich, dann fest mit den übrigen Schädelknochen vereinigt, so dass am Ende der Bildungsreihe von dem frei aufgehängten Kiefergaumengerüste nur noch der gleichfalls häufig in einzelne Stücke zerfallene Unterkiefer als ein beweglich mit dem Schädel verbundenes Knochenstück übrig bleibt.

Die einzelnen Stücke, welche hier durch Differenzirung zum Vorschein kommen, sind entweder solche, die aus dem Suspensorium sich bilden, oder sie entstehen aus dem obern Schenkel des Kieferstückes (Oberkiefer-Gaumenapparat) oder sie gehen aus dem unteren Schenkel (Un-

Fig. 144. Grundtypus des Kopfscelets. *a*. Hirnkapsel. *b b' b''*. Kieferstiel. *c*. Oberkiefergaumenapparat. *d*. Unterkiefer.

*) Vergl. vorzüglich E. Hallmann, Vergleichende Osteologie des Schläfenbeins. Hannover 1840.

terkiefer) hervor. Jene, die aus dem Kieferstiele hervorgehen, sind in den einzelnen Abtheilungen (Fische, Amphibien, Reptilien und Vögel) verschieden gedeutet worden, einige davon sind nicht allgemein typische Schaltstücke, andere sind allgemein typisch und gehen in die Bildung des Schläfenbeines ein. — Der Oberkiefergaumenapparat bildet eine jederseits doppelte Reihe von Knochenstücken, die sich vom Kieferstiele aus nach vorne zieht. Jochbein, Oberkiefer und Zwischenkiefer bilden die äussere, Flügelbeine und Gaumenbeine die innere Reihe. Beide zusammen bilden die obere Begränzung der Mundhöhle. Der ursprünglich jederseits aus einem einzigen mit dem Kieferstiele zusammenhängenden Knorpelstücke bestehende Unterkiefer, bildet um sich, unter Schwinden des Knorpels, eine grössere Anzahl von Knochenstücken, die in den höheren Classen den eigentlichen Unterkiefer darstellen, und endlich sogar durch ein einziges Knochenstück vertreten sind.

Unter den Fischen zeigt sich in den Veränderungen des Kiefergaumenapparates die grösste Mannichfaltigkeit. Die einfachste Bildung, die kaum mit einer eigentlichen Kiefereinrichtung verglichen werden kann, zeigt *Amphioxus*, dessen Mund von einem vielgliedrigen, nach vorne Cirren aussendenden Knorpelringe umgeben wird. Kiefern fehlen auch den Cyclostomen, deren Mundhöhle vorne und oben nur von einer hinten an den Schädel angefügten Gaumenplatte (Fig. 134. *i*) begränzt wird, die noch mit einer Anzahl von Knorpelstücken sich verbindet. Von den letzteren sind besonders die Lippenknorpel (*l. m.*) bemerkenswerth.

Der eigentliche Urtypus des Kiefergerüstes kommt bei den Selachiern und Stören zur Erscheinung. Ein an der Schläfengegend des Schädels beweglich befestigter Kieferstiel (Fig. 135. *L*) dient mit seinem unteren Ende dem jederseits aus einem Stücke bestehenden Unterkiefer (*M*) zur Befestigung, während der Oberkiefer (*N*) dem letzteren nahe an seiner Einlenkung angeheftet ist. Bei den Haien ist der Kieferstiel zugleich Träger des Zungenbeins. Die beiden Unterkieferstücke der Selachier werden bei den Chimären durch ein einziges Knorpelstück vertreten, welches an besonderen, den Stiel vertretenden Schädelfortsätzen angehängt ist, so dass wir hier den Stiel sammt dem Oberkiefergaumenapparat mit der Schädelkapsel continuirlich verschmolzen sehen. Daran reiht sich auch Lepidosiren an, bei welchem der Oberkiefer sogar vorne in zwei besondere Stücke, die Zwischenkiefer, zerfallen ist. In mehrere (3) Stücke ist der Kieferstiel bei den Stören (Fig. 135) und Spatularien getheilt, und das oberste, mit dem Schädel articulirende verknöchert. Hinter dem Oberkiefer liegen noch einige platte Stücke, die als Aequivalente der Gaumenbeine und Flügelbeine gedeutet worden sind.

Um vieles complicirter erscheint dieser Apparat bei den Knochenfischen, deren Kieferstiel in 3—5 einzelne Stücke zerfallen ist, und nach hinten sich noch mit einer Reihe von flachen Stücken verbindet, die sich als ein Deckapparat über den Eingang der Kiemenhöhle hinweg legen. Das mit dem Schädel articulirende oberste Stück, *os quadratum*, ent-

spricht einem Theile des Schläfenbeins, der also hier noch frei erscheint*), und nach vorne und unten verbindet es sich mit zwei, von Cuvier als *Os symplecticum* und *Tympanicum* bezeichneten Stücken, welche wir als blosse Schaltstheile ansehen. Nach hinten verbindet sich das Quadratbein durch einen besondern Fortsatz mit einem platten, gebogenen Knochen (Fig. 136. *o'*), welcher von Cuvier *Praeoperculum* benannt worden ist, und an dessen hinteren Rand sich noch einige Knochen das *Operculum* (o), *Suboperculum* (*o'''*) und *Interoperculum* (*o''*) anschliessen. Die drei letztgenannten Knochenstücke gehören nicht eigentlich den typischen Bestandtheilen des Kieferstieles an, dagegen ist das *Praeoperculum*, wie bei Stören, dann auch bei Welsen hervorgeht, dem Kieferstiele angehörig, indem es bei den genannten Fischen in letzteren übergegangen und den mittleren Abschnitt desselben darstellt. Uebrigens erleidet die Zahl der Deckelstücke vielfache Reductionen.

Das unterste, das Unterkiefergelenk tragende Knochenstück des Suspensoriums ist das *Quadrato-jugale* **), von dem aus nach vorne eine den Oberkiefer erreichende und den Gaumen bildende Brücke zieht. Diese wird in der Regel aus mehreren Stücken dargestellt, von denen ein äusseres und ein inneres Flügelbein, ersteres direct mit dem Quadratjochbeine verbunden, dann ein Gaumenbein genannt werden müssen. Der Oberkieferapparat besteht aus zwei in ihrer relativen Grösse und in ihrem Antheile an der Begränzung des Mundes sich sehr verschieden verhaltenden Stücken. Das vorderste Stück bildet das *Os intermaxillare* (Fig. 136. 24), welches der Schnauzenspitze zumeist beweglich verbunden ist. Ihm folgt nach hinten jederseits der Oberkiefer (23), entweder eine Fortsetzung des ersteren darstellend oder mit ihm parallel gelagert, wobei er dann nur wenig oder gar nicht die Mundspalte begränzt. Von diesem Verhältnisse aus kann der Oberkiefer alle Stadien der Rückbildung zeigen, bis zum völligen Verschwinden, wie dies bei den Aalen der Fall ist. Der Unterkiefer (26) besteht in seiner Gesammtheit aus zwei, vorne mit einander vereinigten, nur wenig gebogenen Aesten, an denen man 3—4 besondere Stücke unterscheidet. Sie bilden gewissermaassen eine Scheide um den primordialen Unterkieferknorpel, den sogenannten Meckel'schen Fortsatz, der dem bleibenden Unterkiefer der Selachier und Störe homolog ist.

Die einzelnen, auch in den höheren Wirbelthierabtheilungen wiederkehrenden Knochenstücke sind: 1. *os dentale*, als vorderstes und grösstes Stück, 2. *os angulare*, den Winkel bildend. 3. *os articulare*, das Gelenk darstellend, und 4. das häufig fehlende *os operculare*, durch welches sich die innere Wand ergänzt.

*) Cuvier bezeichnete das Quadratbein als *Temporale*, Hallmann als *Os quatratum seu tympanicum*, Owen betrachtet es mit den folgenden Stücken bis zum Unterkiefergelenk als *Tympanicum*.

**) Cuvier's *Jugale*.

Für die **Amphibien** ist durch den nicht mehr völlig beweglich mit dem Schädel verbundenen Kieferstiel und der engeren Vereinigung des Oberkiefergaumenapparates mit dem Schädel ein Fortschritt in der Ausbildung ausgedrückt. Der Kieferstiel, zu dessen Zusammensetzung innen noch knorpelige Elemente oft in beträchtlicher Ausdehnung beitragen, wird als Quadratstück (Fig. 139. *A* 17) bezeichnet, er entspringt seitlich am Schädel, zunächst den Felsenbeinen und trägt, stark divergirend, an seinem Ende das Gelenk für den Unterkiefer. Daran betheiligt sich noch ein nach vorne zum Oberkiefer verlaufendes Stück, das *Quadrato-jugale* (20), sowie ein die hintere Wand des Stieles darstellendes Knochenstück als *Os tympanicum* (8) erscheint. An das statt des noch fehlenden Jochbeines eine Brücke nach vorne bildende Quadrat-Jochbein schliessen sich vorn die durch den vordersten Theil des Keilbeinkörpers weit aus einander gedrängten Flügelbeine, welche, wie die auf sie folgenden Gaumenbeine (Fig. 139. *B* 22) meist durch platte Knochenstücke repräsentirt sind. Den äussersten Rand, gleichfalls vom Quadratjochbeine aus, bilden vorne am Kopfe die Oberkiefer (23) und endlich die durch ihre langen gegen die Stirne aufsteigenden Fortsätze ausgezeichneten Zwischenkiefer (24).

Am Unterkiefer persistirt das primordiale Knorpelstück fast regelmässig (C. a. 26_a), so dass es den Gelenktheil bildet, und die ossificirten Bestandtheile nur als äussere und innere Deckstücke erscheinen, die ersteren ein *Os dentale* (*C. c*), die letzteren ein *Os operculare* darstellend. Dazu kommt zuweilen noch ein drittes inneres Stück *).

Die **Reptilien** sondern sich nach der Bildung des Oberkiefergaumenapparates in zwei Gruppen, von welchen die eine diese Theile beweglich, die andere unbeweglich mit dem Schädel verbunden hat. **Ophidier** und **Saurier** gehören zur ersten, **Schildkröten** und **Crocodile** zur zweiten Abtheilung. Eidechsen und Schlangen besitzen ein dem Schädel beweglich verbundenes Quadratbein (Fig. 141 *A*. *B* 17) und zwar mit dem Mastoideum articulirend, welch' letzteres bei den weitmäuligen Schlangen gleichfalls nur durch Bandmasse dem Schädel angeheftet, die grosse Beweglichkeit des Kieferapparates noch erhöht. Nahe an dem Unterkiefergelenke articuliren auch die stabförmigen Flügelbeine, welche bei den meisten Sauriern noch mit dem Keilbeinkörper beweglich verbunden sind (21). Bei den Schildkröten und Crocodilen ist das Quadratbein (Fig. 140. 17), wie auch das vor diesem liegende Quadratjochbein fest zwischen andere Schädelknochen eingekeilt und auch die Flügelbeine, das hintere Ende des Gaumengewölbes bildend, sind fest mit der Schädelbasis verbunden, und bedecken einen grossen Theil des *Sphen. basilare*. Die Schildkröten ausgenommen findet sich nach aussen

*) Eine partielle Verknöcherung des primordialen Kiefers tritt am hinteren Ende bei den Fröschen auf. Vollständige ossificirte Unterkiefer besitzen die **Cöcilien**. Jeder der beiden Aeste besteht aus zwei besonderen, einem *Articulare* und *Dentale* entsprechenden Knochenstücken.

von den Flügelbeinen noch ein besonderer Knochen, das *Os transversum* oder *Pterygoideum externum* (Fig. 141. 20), durch welchen erstere mit dem Oberkiefer, wie mit dem Jochbeine, wenn solches vorhanden ist, in Verbindung stehen. Dadurch wird bei den Schlangen der bei den übrigen Reptilien durch das hier zum erstenmal selbständig auftretende Jochbein (Fig. 141. *C.* 19) uud Quadratjochbein gebildete Jochbogen ersetzt.

Eine Verkümmerung erleidet der Jochbogen bei den Eidechsen, von denen manchen (den schlangenähnlichen Sauriern) das Jochbein, oder ausser diesem auch noch das Quadratjochbein (Geckonen) entweder mangelt oder doch nur rudimentär gebildet ist.

Die vorne an die Flügelbeine stossenden Gaumenbeine (Fig. 141. 22) sind nur noch bei den weitmäuligen Schlangen mit ersteren beweglich verbundene Knochen, welche zwischen sich eine Lücke lassen, indess sie bei den übrigen sowohl unter einander, als mit den benachbarten Knochen fest verbunden sind. Sie begränzen bei den Schildkröten die hintere Oeffnung des Nasenganges (die Choanen), welcher bei den Crocodilen erst hinter den Flügelbeinen und noch von diesen nach abwärts bedeckt sich öffnet.

Auch Zwischenkiefer und Oberkiefer erhalten sich bei den ächten Schlangen noch frei beweglich, erstere meist als kleine, den Nasenbeinen angefügte Stücke, letztere meist als langgestreckte zahntragende Knochenstücke, welche seitlich den sogenannten vorderen Stirnbeinen ansitzen. Die übrigen Reptilien besitzen den Zwischenkiefer fest mit dem Oberkiefer verbunden, entweder als paarigen Knochen (Crocodile, die meisten Schildkröten und die Scincoiden) oder unpaar (Chelys und die meisten Saurier) (Fig. 141. 24). Die Ausdehnung des Oberkiefers und seine Betheiligung an der Begränzung des Mundrandes, des Gaumengewölbes und der Augenhöhle ist beträchtlichen Verschiedenheiten unterworfen.

Der in allen Fällen mit dem Quadratbein articulirende Unterkiefer zeigt seine beiden, durch grössere Rückbildung des primordialen Kieferknorpels grösstentheils aus Knochen bestehenden Schenkel in verschiedenem Grade mit einander verbunden, bald indem sich zwischen beide eine lockere Bandmasse einfügt (weitmäulige Schlangen), bald durch einfache Naht, bald durch feste Verwachsung. Bezüglich der den Unterkiefer zusammensetzenden Stücke ergibt sich die grösste Zahl bei den Sauriern, Crocodilen und Schildkröten, bei denen ausser den schon bei den Fischen verzeichneten noch ein über und hinter dem *Angulare* gelagertes Stück, das *Os supraangulare*, dann ein an der Innenfläche gelagertes *Os complementare* hinzutreten, so dass sich die Gesammtzahl in diesen Fällen auf zwölf erhöht*).

---

*) Am Unterkiefer der Schildkröten sind die beiden vordersten dem *Dentale* der übrigen Ordnungen entsprechenden Stücke zu einem unpaaren Knochen verschmolzen.

Unter den **Vögeln** wird gleichfalls noch durch ein bewegliches Quadratbein (Fig. 142 *B C* 17) die Beweglichkeit des gesammten Oberkiefer-Gaumengerüstes ermöglicht. Es trägt nämlich dieser Knochen ausser der Gelenkflächen für den Unterkiefer eine Gelenkfläche für das Quadratjochbein, und eine gleiche, von diesem nach innen liegende für das Flügelbein. So ist also eine doppelte Verbindungsreihe von dem Kieferstiele aus zu dem Oberkiefer zu Stande gekommen, und die äussere davon stellt den nur bei einem Theile der Reptilien vorhandenen, also noch nicht durchgreifend vorkommenden Jochbogen als typische Einrichtung dar. Beide Verbindungsbrücken liegen nahebei in einer Ebene, mit welcher auch der obere Rand des Unterkiefers zusammentrifft.

Das kleine, stabförmige, dem gleichfalls dünnen Quadratjochbeine (Fig. 142. *B.* 18) verbundene Jochbein (19) legt sich vorne an den Oberkieferknochen, welcher nach innen wiederum durch die meist breiten, selten einander berührenden Gaumenbeine (22) mit den nach vorne gerichteten Fortsätzen der Flügelbeine (21) verbunden ist. Der ansehnliche Zwischenkiefer (24) erscheint beständig als ein unpaares mit seitlichen Schenkeln dem Oberkiefer verbundenes und mit einem mittleren Fortsatze nach oben und hinten zwischen die Nasenbeine steigendes Knochenstück, dessen Form und Ausdehnung in mannichfaltiger Weise wechselt.

Am Unterkiefer der Vögel wiederholt sich die bei den Reptilien und zwar bezüglich der Verschmelzung der beiden vordersten Stücke speciell bei den Schildkröten getroffene Bildung, doch tritt oft sehr frühzeitig eine Verwachsung ein, so dass nur noch der eine oder der andere der oben genannten Knochen sich angedeutet findet (26).

Wenn die ursprüngliche Beweglichkeit des Kiefergaumenapparates schon unter den Amphibien dem Verschwinden nahe sich zeigte, dann bei den Schildkröten und Crocodilen festen Verbindungen mit dem Schädel gänzlich gewichen war, so finden wir hieran im Anschlusse den höchsten Grad dieser Vereinigung in der Classe der **Säugethiere**. Es ist der primitive Kieferstiel gänzlich an und in die Schädelknochen getreten, indem das bei den genannten Reptilien noch discret bestehende *Os quadratum*, sowie das *Quadrato-jugale* als solches nicht mehr vorhanden ist, und dem entsprechend auch der Unterkiefer mit dem Schädel d. i. mit dem Schläfenbein articulirt. Das *Os quadratum* der Vögel und Reptilien kann daher auch als ein abgelöstes Gelenkstück des Schläfenbeins der Säugethiere betrachtet werden, sowie das Quadratjochbein jener Thiere dem Jochfortsatze des Schläfenbeins der Säugethiere entspricht. Wie aber auf der einen Seite der allgemeine Plan in den Fundamentalerscheinungen sich genau nachweisen lässt, darf man auf der anderen Seite wieder nicht verkennen, dass die Beugungen dieses Planes in den einzelnen Untertypen völlig selbständig sind, so dass eine Reduction aller einzelnen in Frage kommenden Stücke in den verschiedenen Classen als nicht vollständig durchführbar angesehen werden muss.

Das Jochbein fehlt den Monotremen und wenigen anderen Säugethieren (z. B. *Manis*, *Sorex* u. a.), und ist bei manchen Edentaten nur rudimentär gebildet, bei den übrigen dagegen formt es einen vollständigen Jochbogen, der häufig einen gegen das Stirnbein steigenden Fortsatz entsendet und so, mit einem Jochfortsatze dieses Knochens sich vereinigend, die Augenhöhlengrube von der dahinter gelegenen Schläfengegend trennt*). Vorn vereinigt es sich mit dem Oberkiefer, welches Stück je nach der Bildung des Gesichts in Form und Ausdehnung vielfach variirt. Von den Zwischenkieferknochen gilt dasselbe, sie erscheinen äusserst gering entwickelt bei den Fledermäusen, dann bei vielen Edentaten; immer jedoch nachweisbar**). — Von den Knochen der Gaumenregion sind die auch beim Menschen ursprünglich discrete Stücke darstellenden Flügelbeine aus ihrer in den übrigen Classen bestehenden Selbständigkeit getreten und zeigen sich mit dem Keilbeine vereinigt, um häufig blosse Fortsätze, die *alae pterygoideae internae*, vorzustellen, die von den in der aufsteigenden Reihe der Säugethiere immer mehr sich entwickelnden äusseren Flügelfortsätzen an Grösse übertroffen werden. Bei vielen Säugethieren erhalten sie sich perennirend getrennt.

Die vor den Flügelbeinen gelegenen Gaumenbeine treten aus der früher mehr platten Gestalt mit der Höhenentwicklung der Choanenöffnung in eine mehr senkrechte über, indem sie in die Begränzung jener Oeffnungen mit eingehen.

Am Unterkiefer ist eine bedeutende Reduction der Stücke eingetreten, da um den primordialen Knorpel immer nur zwei entwickelt sind, die sogar häufig wie bei dem Menschen zu einem einzigen Knochen verschmelzen***).

§. 44.

Vom Visceralscelete.

Es bildet dieser Apparat eine der am meisten typischen Einrichtungen des Wirbelthierscelets, und erscheint zugleich als jener, welcher in der aufsteigenden Bildungsreihe die merkwürdigsten Umwandlungen eingeht. Wir können ihn im Allgemeinen als aus einem Bogensysteme bestehend betrachten, welches der Schädelbasis angeheftet, mit seinen

*) Ohne an das Stirnbein zu gelangen, schickt das Jochbein einen Stirnfortsatz bei *Felis* aus, dagegen findet die obenerwähnte Verbindung bei Einhufern, Wiederkäuern, dann bei den Affen statt.

**) Ein eigenthümliches Verhalten bieten bezuglich des *Intermaxillare* die Cetaceen, bei welchen die genannten Knochen sogar auch vorne häufig von den Oberkiefern umschlossen sind.

***) Es ist dies der Fall bei den Einhufern, Pachydermen, Chiroptern und Affen, sowie einzelnen Gattungen aus verschiedenen Ordnungen.

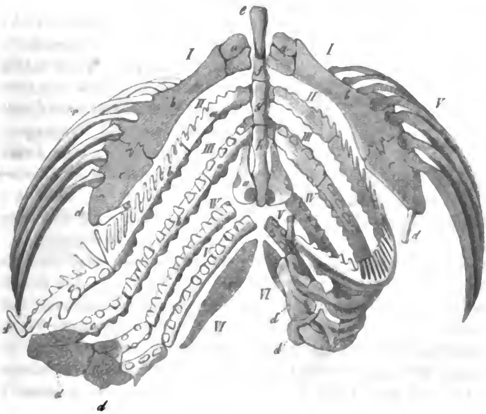
unten in der Medianlinie durch unpaare Stücke (*Copulae*) verbundenen Schenkeln den Eingang des Nahrungscanals hinter dem Unterkiefer umspannt, und ebenso zum Scelete dieses Abschnittes wird, wie es die Bogen der Rippen sind für den übrigen Bauchtheil des Körpers. Der erste dieser Bogen, der beständigste von Allen, bildet eine feste Stütze für die Zunge und wird gemeinhin als Zungenbein, *os hyoideum*, bezeichnet. Die übrigen durch Spalten von einander getrennten, an Zahl vielfach schwankend, haben als Träger und Stützen der Athmungsorgane des Wasserlebens, nämlich der Kiemen, ihre grösste Entfaltung in den beiden untersten Wirbelthierclassen und erleiden von da ab eine rückschreitende Metamorphose, bis sie endlich in den höheren Classen in nur den ersten Entwickelungszuständen auftretend, eine vorübergehende aus Weichtheilen angelegte Bildung darstellen, aus welcher der allgemeine Plan der Wirbelthiere hervorleuchtet. Es hat dieses Bogensystem bei den nur luftathmenden Abtheilungen seine früheren Beziehungen zum Respirationsapparate aufgegeben und wird, da es andere der Athmung fremde Organe hervorgehen lässt, besser mit dem Namen der »Visceralbogen« bezeichnet*).

Bei den niedersten Fischen (*Amphioxus*) ist noch keine Differenzirung im gesammten Bogensystem erfolgt, es kann daher noch kein Zungenbein unterschieden werden. Auch die gesammte das Kiemengerüste darstellende lange Folge von knorpeligen Bogenstücken zeigt durch den Mangel der unteren Schlussstücke eine niedere Bildungsstufe an. Unter den Cyclostomen ist bei *Petromyzon* zwar ein knorpeliges sehr complicirtes Visceralscelet vorhanden, von dem der vorderste Theil einem bei dem Mangel des Unterkiefers den Mund begränzenden Zungenbeine entspricht, allein es kann der »Kiemenkorb« wie auch bei den Myxinoiden nur schwer auf analoge Theile der übrigen Fische zurückgeführt werden. Bei diesen ist die discrete Bildung des ersten oder Zungenbeinbogens von den übrigen oder Kiemenbogen nach einem mehr übereinstimmenden Plane. Jeder Schenkel des Zungenbeinbogens besteht bei den Haien aus einem einfachen Knorpelstücke, welches sich bei anderen Selachiern, z. B. den Rochen in zwei, bei den Chimären und Stören in drei Stücke gegliedert hat, welche Zahl auch bei den Knochenfischen die Regel ist. Die Befestigung geschieht oben entweder am Kieferstiele oder sie findet wie bei den Chimären direct am Schädel statt. Unten gehen beide Bogenschenkel, seltener der *Copula* entbehrend, in den ersten Kiemenbogen über (Rochen und Störe) oder sie werden durch die *Copula* (Fig. 145. *f*) vereinigt, vor welcher dann häufig noch ein besonderes *os linguale* oder

*) Vergleiche die specielleren Ausführungen bei Rathke, Anatomisch-philosophische Untersuchungen über den Kiemenapparat und das Zungenbein der Wirbelthiere. Riga 1832. Dann Reichert, über die Visceralbogen im Allgemeinen und deren Metamorphose bei den Vögeln und Säugethieren. Müller's Archiv. 1837.

entoglossum (*e*) *) angebracht ist. Am äusseren Rande der beiden Zungenbeinbogen (Fig. 145. *I*) ist eine Anzahl knöcherner oder knorpeliger Strahlen, *radii branchiostegi* (Fig. 145. *r*), eingefügt, welche einer von unten und seitlich die Kiemen überdeckenden Haut, der *membrana branchiostega*, als Stütze dienen.

Fig. 145.



Die auf den Zungenbeinapparat nach hinten folgenden Bogen sind gewöhnlich fünf an der Zahl**), welche sich mit einer Reihe hinter der *Copula* des Zungenbeines liegender Stücke vereinigen und mit ihren oberen Enden entweder der Schädelbasis oder — wie bei den Haien — dem Anfange des Rückgrates angeheftet sind.

Von vorne nach hinten zu nimmt die Grösse und die Selbständigkeit dieser Bogen ab, indem einestheils die hinteren (Fig. *IV*, *V*, *VI*)

Fig. 145. Visceralscelet (Zungenbein und Kiemenbogengerüste) von *Perca fluviatilis*. *I—VI*. Bogenreihen; der erste Bogen (*I*) zum Tragapparat des Zungenbeins, die vier nächsten (*II—V*) zu Kiemenbogen und der letzte (*VI*) zu den unteren Schlundknochen umgewandelt. *a. b. c. d.* die einzelnen Glieder der Bogen. Das oberste Stück (*d*) von den Kiemenbogen stellt die *Ossa pharyngea superiora* dar. *r. Radii branchiostegi*. *f. g. h.* Verbindungstücke (*Copulae*) der seitlichen Bogen, das vorderste davon als Zungenbein auftretend. (Nach Cuvier.)

*) Fast allgemein geht bei den Teleostiern von der *Copula* noch ein knöchernes Stück, der Zungenbeinkiel nach hinten und abwärts, welches einem Theile der Rumpfmusculatur zur Befestigung dient.

**) Nur vier kommen bei *Polypterus* vor. Eine Vermehrung um einen sechsten Bogen ist von Stannius sehr allgemein bei den Haien beobachtet worden

keine eigenen *Copulae* mehr besitzen, sondern sich an jene der vorhergehenden Bogen gemeinsam befestigen, anderntheils auch nicht mehr von allen die Anheftestelle am Schädel erreicht wird, so dass die hinteren zur Befestigung nach oben an die vorderen sich anlegen müssen. Damit ist auch die Bedeutung eine andere geworden und wenn die vier vorderen Bogen (*II—V*) als Kiementragende erscheinen, so hat der hinterste (*VI*) diese Eigenschaft verloren und erscheint als Stütze des Schlundkopfs, wo er dann als *os pharyngeum inferius* bezeichnet wird. Es besteht das letztere (Fig. 146) jederseits meist nur aus einem einzigen Stücke, während die übrigen, gleich wie der Tragapparat des Zungenbeins, in eine Anzahl verschieden gestalteter Glieder (Fig. 145. *a, b, c, d.*) zerfällt sind*). Die obersten, in der Regel der Schädelbasis verbundenen, bilden bei den Knochenfischen das obere Schlundgewölbe, und sind als *ossa pharyngea superiora* (*d*) bezeichnet worden**). — Die Beziehungen des gesammten Bogensystems zu dem Athemapparate sind sehr mannichfaltiger Natur, denn wenn auch das bei weitem häufigste Vorkommen der Kiemenblättchen auf den vier mittelsten Bogen vorzüglich diese zu Kiemenbogen stempelt, so zeigt doch auch wieder das Vorhandensein der Kiemenblättchen am letzten (bei *Lepidosiren*) sonst zum *os. phar. inferius* umgewandelten, und die Betheiligung des Zungenbeinbogens an der Herstellung eines Gerüstes für die vordersten Kiemen (bei den Selachiern und Chimären), dass die Beziehungen zum Athemapparate durchgehend typische sind, wie gross auch die Schwankungen in der speciellen Einrichtung sein mögen. — Auch den an den Zungenbeinbogen sitzenden Kiemenhautstrahlen (*radii branchiostegi*) wird eine allgemeinere morphologische Bedeutung dadurch zu Theil, dass bei den Selachiern auch an den ächten Kiemenbogen solche Strahlen als Stützen der Kiemen vorhanden sind, durch welche also alle von den Bogenschenkeln nach hinten sich erhebenden Radien als einer Bildungsreihe angehörig sich heraus-

Fig. 146.

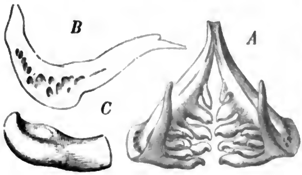


Fig. 146. *Ossa pharyngea inferiora* von *Barbus fluviatilis*. *A*. Beide Schlundkieferstücke von oben. *B*. Eines von der Seite. *C*. Ein einzelner Zahn. (Nach Heckel und Kner.)

*) Zu einem Stücke verwachsen sind die *ossa phar. inferiora* bei der Abtheilung der Pharyngognathen.

**) Eine eigenthümliche Bildung zeigen diese oberen Schlundknochen bei den Labyrinthfischen; das dritte Glied am ersten Bogen stellt ein labyrinthartiges Höhlensystem dar, dessen Auskleidung gleichfalls zu Respirationszwecken eingerichtet ist.

stellen. Beide Extreme dieser Bildung des Visceralsceletes, die starken dem Zungenbeinbogen angehörigen Knochenstrahlen der Teleostier, sowie die feinen Knorpelblättchen der übrigen eigentlichen Kiemenbogen werden so unter eine und dieselbe Erscheinungsreihe gebracht*).

Die Reduction des Visceralscelets beginnt unter den Amphibien, und es ist diese Classe um so interessanter, als sich die Rückbildung der Kiemenbogen bei den im Larvenzustande mit Kiemen versehenen Batrachiern an einer und derselben Art beobachten lässt. Die mit bleibenden Kiemen versehenen Amphibien besitzen demnach den gesammten Apparat in ähnlicher Weise persistirend, wie er bei den übrigen nur als vorübergehende Bildung erscheint.

Jederseits steigt ein an der Schädelbasis angehefteter Bogenschenkel (Fig. 147. *b*) hinter dem Unterkiefer nach abwärts und verbindet sich mit einem unpaaren, meist knorpeligen Stücke, dem Zungenbeinkörper, welcher bei den Batrachiern eine breite, mannichfach ausgeschweifte Platte darstellt (Fig. 147. *B a*). Bei den Perennibranchiaten, sowie bei den Larven der Salamandrinen und Batrachier gehen vom nach hinten verlängerten Ende des Körpers jederseits einige Bogen (*A*, *c*, *c'*), welche die nach hinten und oben convergirenden Kiemenbogen (*e*) tragen, wovon die vorderen ihnen direct aufsitzen, indess die hinteren nur indirect, nämlich vermittelst der vorderen Kiemenbogen ihnen verbunden sind. Von dieser Einrichtung bleiben auch noch nach dem Larvenleben der Salamandrinen einige Theile bestehen, indem ausser den meist unverbundenen Zungenbeinbogen am hinteren Ende des Zungenbeinkörpers (der *Copula*) noch zwei Paar Stücke als Reste des 2. und 3. Kiemenbogens angeheftet sind, die

Fig. 147.

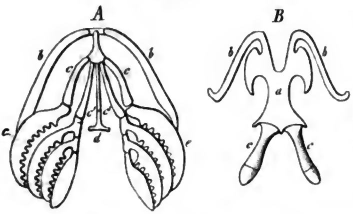


Fig. 147. *A.* Zungenbein und Kiemenbogengerüste einer Larve von *Salamandra maculata* *b.* Zungenbeinbogen. *c. c'* Kiemenbogenträger. *d.* Hinterer Anhang der *Copula*. (Nach Rusconi.) — *B.* Zungenbein von *Bufo cinereus*. *a.* Zungenbeinkörper (*Copula*). *b.* Hörner des Zungenbeins. *c.* Reste der Kiemenbogen. (Nach Dugès.)

*) Owen betrachtet diese Strahlenbildungen am Visceralgerüste als aus einer Vermehrung der auch sonst am unteren Bogensystem des übrigen Scelets vorhandenen, nach rückwärts gerichteten Fortsätze hervorgegangen, so dass er z. B. die *processus uncinati* der Rippen der Vögel und Crocodile hierher zieht. Von einem den Gesammtplan des Wirbelthierscelets erfassenden Gesichtspuncte aus ist dieser Anschauung die vollständigste Berechtigung zuzuschreiben.

bei den Batrachiern im vollendeten Zustande des Thieres nur ein einziges Paar (*B*, *c*) vertritt.

Die übrigen, zu keiner Zeit Kiemen besitzenden, Wirbelthiere tragen die Reste des gesammten, bei den Fischen so hoch entwickelten Visceralscelets nur noch im vordersten Abschnitte desselben, nämlich am Zungenbeine. Die schon bei den Fischen sehr verbreitet vorkommende Umbildung des hintersten Abschnittes (zum unteren Schlundknochen) ist noch weiter nach vorne geschritten, so dass von den auch bei den Embryonen der höheren Wirbelthiere vorhandenen Visceralbogen nur noch die vorderen bestehen bleiben, die hinteren dagegen entweder gänzlich schwinden oder einer die Form, wie die Function bedeutend alterirenden Metamorphose unterworfen sind. Häufig lösst sich auch von den als Zungenbein persistirenden Gliedern des Visceralscelets die Articulation mit dem Schädel, und dann ist es an letzterem nur durch Bandmasse aufgehängt.

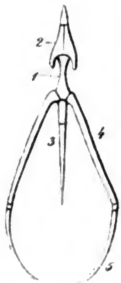
Der Körper des Zungenbeins wird entweder nur aus einem oder aus mehreren hinter einander folgenden Stücken dargestellt; im ersteren Falle entspricht er der vordersten Copula des Visceralscelets der Fische, in letzterem Falle ist nur sein vorderstes Stück der Zungenbeincopula der Fische homolog und die darauf folgenden entsprechen Verbindungsstücken der Kiemenbogen. Die aus den Resten der Bogentheile des Visceralscelets gebildeten Theile des Zungenbeins werden als »Hörner« bezeichnet und können in verschiedener Anzahl vorhanden sein, je nachdem das Visceralscelet mehr oder minder der rückschreitenden Metamorphose erlag. Die vorderen Hörner entsprechen den vordersten Bogen der durch Kiemen athmenden Wirbelthiere, die folgenden Bogen dem ersten oder den beiden ersten Kiemenbogen.

Unter den Reptilien sind die Schildkröten und Saurier durch ein wenig rückgebildetes Visceralscelet charakterisirt. Der Zungenbeinkörper ist aus einem oder mehreren Stücken gebildet, an welchen seitlich zwei oder drei Hörnerpaare entspringen, die sogar, wie dies bei den Sauriern die Regel ist, aus mehreren (2—3) Gliedern bestehen. Eine Gliederung des Körpers ist auch bei Schildkröten verbreitet, bei denen zugleich ein besonderes *os entoglossum* vorhanden ist. Die vordersten Hörner sind häufig rudimentär, nur durch kurze Fortsätze des Körpers und davon entspringende Ligamente vertreten*). Die vorderen Hörner fehlen auch an dem einfachen Zungenbeinapparate der Crocodile. Von einem breiten Körper entspringt ein einziges Hörnerpaar, welches dem zweiten Paare der Zungenbeinbogen der Saurier homolog ist. — Noch mehr verkümmert sind endlich diese Theile bei den Schlangen, wo der ganze

*) Paarig sind die mehrfachen auf einander folgenden Körperstücke (*copulae*) bei Trionyx. Sie erinnern dadurch an ähnliche Bildungen des Sternums

Apparat nur durch einen einfachen oft ausserordentlich feinen Knorpelbogen dargestellt ist.

Fig. 148.



In der Classe der Vögel ist ein einfacher Körper (Fig. 148. 1) mit einem seitlichen Hörnerpaare zum Typus geworden. Die Hörner werden aus 2—3 Gliedern (4, 5) zusammengesetzt und entsprechen einem zweiten Paare*). Vor dem Körper befestigt sich ein verschieden gestaltetes paariges *os entoglossum* (2), und hinten vom Körper entspringt ein längerer Fortsatz, der Kiel (3).

Erst bei den Säugethieren kommen wieder vordere Hörner (Fig. 149. *b*) hinzu, durch welche die Befestigung an die Schädelbasis (an das *Petrosum*) bewerkstelligt wird. Sie bestehen in der Regel aus mehreren an einander gehefteten Stücken, die auch durch Bandmasse vertreten sein können oder von denen die oberen sogar mit dem Felsenbeine verschmelzend, die sogenannten Griffelfortsätze des letzteren darstellen. Diese beim Menschen Platz greifende Bildung ist noch beim Orang und einigen Pachydermen vorhanden. Die *Processus styloidei* des Felsenbeines sind somit keine dem Schädel ursprünglich angehörigen Gebilde, sondern nur mit dem Schädel verwachsene Abschnitte der vorderen Aufhängebogen des Zungenbeins. Die Verschiedenheit in der Form, Grösse und Gliederung der hinteren Hörner (*c*) ist weniger bedeutend. Sie verbinden sich in der Regel als einfache Stücke mit ihnen entgegenkommenden Fortsätzen (Hörnern) des Schildknorpels vom Kehlkopfe, und fehlen selten gänzlich, wie z. B. bei Nagern, Walthieren und Edentaten. Der Körper des Zungenbeins ist häufiger ein gebogenes Knochenstück, seltener von der Seite her comprimirt**).

Fig. 149.

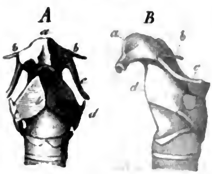


Fig. 148. Zungenbeinapparat des Haushuhnes: 1. Zungenbeinkörper (*copula*) 2 *os entoglossum*. 3 Kiel. 4. Vorderes 5. hinteres Glied des Zungenbeinhornes.

Fig. 149. Zungenbein und Kehlkopf von *Cercopithecus faunus*. *A* von vorne *B*. seitlich. *a*. Zungenbeinkörper. *b*. obere Hörner. *c*. untere Hörner *d*. Schildknorpel.

*) Zuweilen kommt durch beträchtliche Verlängerung dieser Hörner ein eigenthümliches Verhalten zu Stande. So krümmen sie sich bei den Spechten um den Schädel herum und erreichen den von besonderen Muskeln umschlossenen Stirnfortsatz des Oberkiefers.

**) Eine eigenthümliche Bildung des Zungenbeins ist von den Affen anzuführen Bei einigen mit Kehlsäcken versehenen Gattungen ist der Zungenbeinkörper nach aussen stark convex und bildet bei den Brüllaffen (*Mycetes*) sogar eine rundliche Knochenblase als Resonanzapparat des Kehlkopfs.

Von ihm geht vorne eine Faserbandmasse in die Zunge ein (Wurm oder *Lytta*), durch welche die bei Vögeln, Schildkröten und Fischen vorkommenden *ossa entoglossa* repräsentirt werden*).

§. 45.

d) Vom Muskelsysteme.

Die Musculatur des Körpers der Wirbelthiere ist durch das Vorhandensein eines inneren Scelets aus den einfachen Verhältnissen herausgetreten, in welchen sie in jener Thierabtheilung getroffen wurde, bei denen innere Stützapparate in einfacher niederer Form und ohne alle Gliederung bestanden. Der Hautmuskelschlauch der Mollusken, das wesentlichste allgemeine Locomotionsorgan dieser Thiere vorstellend, ist daher beim Wirbelthiertypus verloren gegangen**). Er wird functionell ersetzt durch die mit dem festen Körpergerüste verbundenen, und jenes bewegenden Muskelparthien, welche zu dem Ausbildungsgrade des Scelets und seinen einzelnen Bestandtheilen im innigsten Verhältnisse stehen. Das Fehlen einzelner Scelettheile bedingt den Mangel der betreffenden Musculatur, sowie letztere auch wiederum in hohem Grade entwickelt getroffen wird, wo die zu bewegenden Scelettheile sowohl in Volum als in Beweglichkeit zu einer hohen Entfaltung gelangten.

Die Muskeln bestehen stets aus discreten, zu mannichfaltig geformten Parthieen vereinigten Fasern, deren Bündel von den benachbarten Theilen durch Bindesubstanz abgegränzt sind. Die einzelnen bei einander liegenden Muskeln, welche für einen und denselben Zweck functioniren, vereinigen sich zu Muskelgruppen, aus welchen dann wieder die einzelnen grössern Abschnitte des Muskelsystemes zusammengesetzt sind.

Die gesammte Musculatur des Wirbelthierkörpers zerfällt in die Hautmuskeln und in jene des inneren Scelets.

α) Hautmusculatur.

Ein System von Muskeln zur Bewegung der Haut oder der mit ihr verbundenen Theile kann nur da bestehen, wo das Integument locker

*) Für die Literatur der vergleichenden Osteologie müssen als Hauptwerke hier genannt werden:

Cuvier, *Recherches sur les ossemens fossiles. quatrième Edit. Paris* 1834.

Owen, *On the archetype and the homologies of the Vertebrate sceleton. London* 1848.

**) Auch in jenen Fällen, wo eine Hautmusculatur vorhanden ist, die, wenn sie auch nie jene hohe Bedeutung besitzt, wie jene der niederen Thiere, dennoch mit jenen verglichen werden könnte, besteht ein nicht unwesentlicher Unterschied darin, dass die betreffenden Muskeln niemals mit der Haut selbst so verschmolzen sind, dass sie einen integrirenden Bestandtheil derselben vorstellen, wie solches in dem Integumente der Würmer und Mollusken der Fall ist. Sie bilden vielmehr nur Strata, welche unter der eigentlichen Haut liegen, so dass also auch hierin eine weitere Differenzirung auf der Basis der Functionsspaltung nicht zu verkennen ist.

mit den darunter liegenden Theilen verbunden, und dadurch eine Verschiebung derselben möglich ist. Sie fehlen daher den Fischen, und finden sich erst in den folgenden Classen, meist in Form breiter und platter Massen auftretend oder als kleine Bündelchen erscheinend, die dann über die Haut vielfältig vertheilt sind.

Unter den Amphibien treffen wir bei den Batrachiern eigene Hautmuskeln in der Nähe des Steissbeines an, welche an die Rückenhaut tretend, diese spannen und von Dugès als *m. pubio-dorso-cutané* und *coccy-dorso-cutané* bezeichnet worden sind. Andere minder bemerkenswerthe Hautmuskeln kommen auch in allen Abtheilungen der Reptilien vor, und besitzen bei den Schlangen ihre beträchtlichste, auch functionell sehr wichtige Ausbildung. Es treten nämlich an der Haut des Bauches ganze Reihen kleiner Muskelbündelchen zu den Hautschuppen, zu welchen noch eigene Portionen von den Rippen kommen, und vereint die Bewegung der Schuppen bewirken.

Bei den Vögeln sind die beiden Formen der Hautmuskeln vertreten. Grössere, platte Muskelausbreitungen finden sich an verschiedenen Theilen des Körpers, und dienen zur Bewegung grösserer Hautstrecken und der darin wurzelnden Federn. Kleine Hautmuskelbündelchen sind dann noch gruppenweise an die Spulen der grösseren Conturfedern vertheilt und bewirken das Sträuben des Federkleides. Andere zur Bewegung der Federn dienende, allein vom Scelet entspringende Muskeln sind: der *m. levator rectricum*, sowie die Spanner der Flughaut: *musc. patagii major et minor*.

In noch höherem Grade ist die Hautmusculatur bei den Säugethieren entfaltet, bei welchen vor allem ein grosser, den Rückentheil des Körpers überdeckender und auf den Hals sich umschlagender Hautmuskel hervorzuheben ist, der an verschiedenen Stellen mit aponeurotischen Bändern sich inserirt. Die grösste Mächtigkeit dieses Muskels ist bei jenen Säugethieren, welche, wie z. B. der Igel, die Stachelschweine und die Gürtelthiere, sich kuglich zusammenrollen. Hier ist der Rumpfhautmuskel in mehrere Parthieen geschieden. Die geringste Entwicklung besitzt er bei den Affen, wo er beim Orang nur durch den *latissimus colli* vertreten wird*).

β) Musculatur des Scelets.

Dieser Theil der gesammten Musculatur zerfällt in die des Stammes und der Extremitäten, wovon die erstere wieder in drei Muskelsysteme sich gliedert, wie zuerst von J. Müller**) in lichtvoller Darstellung auseinander gesetzt ward. Diese drei Systeme der Stammmuskeln stehen

*) Dieser Muskel ist übrigens schon bei anderen, den grossen Rumpfmuskel besitzenden Affen selbständig geworden.

**) Vergleich. Anatomie der Myxinoiden 1 Theil. p. 225.

in einem sich gegenseitig beschränkenden Verhältnisse, so dass da, wo das eine entwickelt ist, das andere Rückbildungen erfährt.

Seitenrumpfmuskeln.

Dieses System hat seine grösste Bedeutung bei den Fischen und Perennibranchiaten, und besteht hier aus zwei, die Seitentheile des Körpers einnehmenden, vom Kopf bis zum hinteren Körperende verlaufenden Muskelmassen (*m. laterales*), welche in der Medianlinie des Rückens und unten in jener des Bauches sich berühren und nur durch senkrechte Sehnenbänder geschieden sind. Eine Ausnahme hievon machen die Myxinoiden, bei denen die ventrale Portion der Seitenrumpfmuskeln nicht vorhanden ist. Die Dornfortsätze der Wirbel erstrecken sich am Schwanze der Fische sowohl oben wie unten als Scheidewand zwischen die beiden Muskelmassen. Jede Hälfte zerfällt wieder in eine obere und untere Parthie, welche durch eine horizontale, durch die Achse der Wirbelsäule gelegte Ebene von einander geschieden zu denken sind, so dass im Ganzen vier Seitenmuskeln bestehen. Eine wirkliche Trennung wird durch eine jener Ebene folgende sehnige Membran bewerkstelligt, welche namentlich am Schwanze deutlich hervortritt. Soweit die Bauchhöhle reicht, besitzen die beiden ventralen Seitenmuskeln eine beträchtlichere Ausdehnung, weil von ihnen die Rippen überkleidet werden, bis dann am Schwanze zwischen oberen und unteren ein gleichmässiges Grössen-Verhältniss sich herausstellt.

Jeder der vier Seitenrumpfmuskeln wird durch eine den Wirbeln entsprechende Anzahl von sehnigen Blättern (*ligamenta intermuscularia*) in einzelne Abschnitte geschieden, welche auf der Oberfläche durch die als *inscriptiones tendineae* zu Tage tretenden freien Ränder jener Blätter leicht unterschieden werden können. Da die Muskelfasern zwischen je zwei der Sehnenblätter stets parallel verlaufen, so bieten letztere Ursprung wie Insertion für je einen Abschnitt dar. Der Verlauf der trennenden Sehnenblätter ist jedoch immer ein gebogener und zwar in der Weise, dass in jedem Rückenmuskel eine untere aus in einander steckenden, mit der Spitze nach vorn gerichteten Kegeln (Fig. 150 *A a*) gebildete und eine obere aus Kegelstücken bestehende Schichte (*b*) erkannt werden kann. Die Spitzen dieser unvollständigen Kegel sehen nach hinten. An den ventra-

Fig. 150.

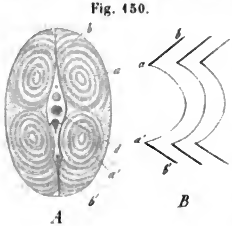


Fig. 150. *A.* Durchschnitt der Schwanzmuskeln von *Scomber scomber*. *a.* obere, *b.* untere Seitenrumpfmuskeln. *a'* und *b'*. Durchschnitt unvollständiger oberer und unterer Kegelmäntel (Nach J. Müller.) *B.* Zickzacklinien der oberflächlichen Enden der *ligg. intermuscularia* am Schwanze von *Scomber*.

len Muskeln ergibt sich ein umgekehrtes Verhalten insofern als die Kegel (*a'*) oben, die Kegelstücke (*b'*) nach unten gelagert sind. Auf einem senkrechten Querdurchschnitte am Schwanze eines Fisches (Vergl. Fig. 150 *A*) sieht man daher jederseits zwei an einander stossende Systeme concentrischer Ringe (die durchschnittenen Hohlkegel), und über dem oberen, wie unter dem unteren noch kürzere oder längere Bogenlinien (die Durchschnittsbilder der unvollständigen Kegelstücke). Der Verlauf der *ligamenta intermuscularia*, der zum Theile schon aus der Bildung und Richtung der Kegel verstanden werden kann, ist somit oben von vorne schräg nach hinten, und dann wieder zur Umschliessung der Kegel im Bogen nach vorne, um hier mit dem entsprechenden Sehnenbande des unteren Muskels zusammenzutreffen. Die auf der Oberfläche der Seitenmusculatur dadurch zu Stande kommenden Zickzacklinien (Fig. 150. *B*) besitzen auf der Mitte des Scheitels der nach vorne gewölbten Bogenlinie die Stelle, wo die oberen und unteren Kegelschichten an einander stossen. Verschiedenheiten in dieser Anordnung ergeben sich aus dem Zusammenfliessen der Kegelschichten der beiden Seitenmuskeln, so dass in jedem oberen wie unteren nur halbe Hohlkegel oder selbst noch kleinere Kegeltheile bestehen.

An den Seiten des Bauches ist die letztere Bildung die Regel geworden, doch kann man von der Schwanzmusculatur aus den allmählichen Uebergang in jene verfolgen.

Nach diesem Principe sind auch die Seitenmuskeln der Perennibranchiaten, wie der Salamanderlarven gebildet, so dass dieselbe Zickzacklinie der *ligg. intermuscularia* nur in weniger scharfen Biegungen zu beobachten ist. Bei dem mehr geraden Verlauf der *lig intermusc.* ist die Kegelbildung verloren gegangen. Bei den ausgebildeten Salamandrinen ist der Bauchtheil des Seitenmuskels am Rumpfe verschwunden und nur noch am Schwanze zeigt sich zwischen oberer und unterer Hälfte eine symmetrische Bildung; der persistirende Rückentheil dagegen verhält sich ganz fischähnlich, und wird durch *ligg. intermuscularia* in einzelne Abschnitte getrennt.

In den höheren Wirbelthierclassen kommt der Bauchtheil der Seitenmusculatur am Rumpfe nie zur Entwicklung, dagegen besteht er am Schwanze der Reptilien und Säugethiere unter einigen Modificationen noch fort, er wandelt sich nämlich in ähnliche Muskeln um, wie der bei allen luftathmenden Wirbelthierclassen bestehende Rückentheil, der sich beständig und gleichmässig auch über den Schwanz erstreckt. — Während bei den Eidechsen noch eine Trennung des dorsalen Seitenmuskels durch *ligamenta intermuscularia* erkannt werden kann, hat eine weiter gehende Differenzirung bei den übrigen eine Reihe discreter Rückenmuskeln entstehen lassen, welche die Gruppe *sacrolumbalis*, *longissimus*, *spinalis*, *semispinalis* und *multifidus* darstellen. Diese gruppiren sich in eine äussere und innere Portion, wobei zu der ersteren die beiden erstgenannten,

zu der letzteren die drei letztgenannten gehören, welche Trennung schon bei den Eidechsen angedeutet ist.

Die Ausdehnung dieser Muskeln findet längs der ganzen Wirbelsäule statt und die Trennung, die man beim Menschen an den Halsportionen einiger derselben gemacht hat, indem man den Halstheil des *sacrolumbalis* als *cervicalis ascendens*, den des *longissimus dorsi* als *transversalis cervicis* schied, ist eine durch die vergleichende Beobachtung völlig ungerechtfertigte. In der gleichen Weise ist auch der *complexus* und *biventer cervicis* als eine und zwar bis zum Schädel reichende Verlängerung des *Semispinalis* anzusehen*).

Intercostalmuskeln.

Dieses, auch sämmtliche Interprocessualmuskeln (der *m. interspinales* und *intertransversarii*) der Wirbelsäule umfassende System kann bei den Fischen von den tiefsten Schichten der vorhin abgehandelten Seitenmuskeln noch nicht getrennt werden, indem letztere continuirlich in diese übergehen. In den übrigen Wirbelthierclassen hängt seine Ausbildung vorzüglich von der Entwicklung der Rippen ab, so dass da, wo die Wirbelsäule vom Kopfe bis zum After Rippen trägt, wie bei den Schlangen, seine grösste Ausdehnung vorhanden ist. Da in den höheren Classen der Wirbelthiere die Rippenbildung an gewissen Körperabschnitten rudimentär wird, und die ursprünglichen Anlagen von Rippen mit den Wirbeln oder auch mit den Querfortsätzen derselben verschmelzen, so wird das intercostale Muskelsystem daselbst gleichfalls rückgebildet sein, und die *Intertransversarii* am Schwanze des Crocodils, am Halse der Vögel und an der Hals- und Lendengegend der Säugethiere sind daher zum Theile als Intercostalmuskeln anzusehen, soweit sie nämlich von den aus Rippenanlagen hervorgehenden Elementen der *Processus transversi* Ursprung und Insertion nehmen. Damit steht auch in vollstem Einklange, dass die Intertransversarii da, wo die Wirbelsäule ächte Rippen trägt, einfach vorkommen, während sie am Lenden- und Halstheile doppelt zu finden sind, davon die vorderen als *intercostales*, die hinteren als wahre *intertransversarii* angesehen werden müssen. Eine ähnliche Umwandlung durch die Umwandlung der bezüglichen Scelettheile erleidet das vorderste Paar der *intertransversarii*, welches zum *rectus capitis lateralis* wird, sowie auch die *rect. cap. postici* auf analoge, der übrigen Wirbelsäule zukommende Muskeln, nämlich auf *interspinales*, sich zurückleiten. Eine andere hierher gehörige Abtheilung von Muskeln bilden die Rippenheber, die am Halse durch die Scaleni, am übrigen Rumpfe durch die eigentlichen *levatores costarum* dargestellt sind. Die Entwicklung der Muskeln ist von der Beweglichkeit der Rippen abhängig, so dass sie bei

*) Als die Fortsetzung der *Spinalis* an den Schädel erscheinen die *Splenii*.

den Schlangen am ausgebildetsten zu treffen sind, wo noch besondere Rückzieher der Rippen hinzutreten.

Dem Systeme der Intercostalmuskeln schliessen sich endlich auch die geraden Bauchmuskeln an, welche an den, der wahren Rippenbildung entbehrenden Stellen der Bauchwand zu finden sind. Sie reichen vom Brustbeine bis zum Becken, und können sich bei fehlendem Sternum vom After bis zum Zungenbeine nach vorne erstrecken, wie solches für die Myxinoiden der Fall ist, den einzigen Fischen, welche mit geraden Bauchmuskeln versehen sind. Bei geringer Längenentwickelung des Sternum können die *recti* fast continuirlich in den *sterno-hyoideus* übergehen, der sich somit gleichfalls hier einreiht (Salamandrina, Batrachia). Durch das Auftreten der *m. m. recti* werden die *m. laterales* um ihren Bauchtheil verkürzt, sowie andererseits das Fehlen ausgebildeter *recti* die *m. laterales* ihre Stelle vertreten lässt (Fische, Perennibranchiaten). Die Deutung der *Recti abdominis* als der intercostalen Gruppe angehörige Theile wird durch jene Fälle gesichert, wo Bauchrippen vorhanden sind, die dann jeden Rectus in eben so viele Abschnitte zerlegen, und jeden als einen wahren Intercostalmuskel erscheinen lassen (Crocodile). Bei dem Fehlen von Bauchrippen wird deren Stelle häufig von den *Inscriptiones tendineae* vertreten, die an der Zahl jener der Rippen entsprechen, welche nach der Wirbelzahl jenem Körperabschnitte zukämen *).

Seitenbauchmuskeln.

Obwohl auch diese Muskelgruppe wiederum den Fischen (mit Ausnahme der Myxinoiden) abgeht, so steht sie doch in keinem völligen Gegensatze mit den *m. m. laterales*, da sie bei den letztern besitzenden Perennibranchiaten (*Menobranchus*) vorhanden ist. Es sind drei auf die Rumpfgegend beschränkte Muskeln hieher gehörig, der *m. obliquus externus* (*oblique descendens*), *obliq. internus* (*oblique ascendens*), und endlich der *m. transversus abdominis*.

Die Ausdehnung dieser drei Muskeln ist in den niederen Classen eine viel grössere, als bei den Säugethieren. Der *m. obliquus externus* liegt bei den Myxinoiden längs des Rumpfes zum Theile noch über dem *m. lateralis*, sowie er auch bei den Amphibien noch über den seitlichen Parthieen der Rückenmuskeln seinen Ursprung nimmt. Bei den Reptilien besteht er aus mehreren Schichten und bedeckt, wie bei Amphibien und selbst

*) Sowohl bei Amphibien als Reptilien, wie auch bei Säugethieren sind die *Inscriptiones tend.* ausgebildet. Sie fehlen den Cetaceen. — Zu den geraden Bauchmuskeln muss auch der *M. pyramidalis* gezählt werden, der den Salamandrinen, den Crocodilen, Straussen und endlich vielen Säugethieren zukommt. Beutelthiere und Monotremen besitzen ihn in besonderer Ausbildung, so dass er, von einem Rande des Beutelknochens entspringend, nahe bis ans Brustbein reicht, und dabei den *Rectus* überlagert (desshalb von Owen als oberflächlicher gerader Bauchmuskel benannt).

noch bei vielen Säugethieren der Fall ist, einen grossen Theil der Brust. Bei Amphibien und manchen Eidechsen fügen sich zwischen seine Bündel *Inscriptiones tendineae* ein, und bei den Schlangen wird er durch mehrere (3) besondere Muskeln dargestellt. — Der *obliquus internus* liegt beim Vorhandensein des *M. lateralis* nach innen von diesem (Menobranchus) und kann bei den Sauriern, wie der *externus*, aus zwei Schichten bestehend, mit seinen Ursprüngen unter die Rückenmuskeln übergreifen. Seine Ausdehnung kommt dem äusseren gleich.

Der *Transversus abdominis* tritt schon bei den Amphibien (Salamander) und Reptilien (Saurier, Crocodile und Schildkröten*) in so beträchtlicher Ausdehnung auf, dass er sich bis weit nach vorne in die Brustgegend erstreckt, bis wohin er auch noch bei vielen Säugethieren reicht, während er bei den Vögeln nur bis zum unteren Rande des Brustbeins sich ausdehnt. Durch dies Verhältniss ergibt sich der *triangularis sterni* als die vorderste Portion des Transversus.

Zwerchfellmuskel.

Auch die Scheidung der allgemeinen Leibeshöhle in zwei nur bestimmte Gruppen von Eingeweiden bergende Cavitäten ist keine mit dem ursprünglichen Wirbelthierplane auftretende Erscheinung, sondern bildet sich erst allmählich heran, in dem Maasse als am anfänglich gleichartig gegliederten Körper einzelne grössere Abschnitte von differentem Werthe sich ausprägen. Die Bedeutung des musculösen Diaphragma für den Mechanismus der Lungenathmung lässt sich in dieser graduellen Entwickelung gleichfalls nicht verkennen, so dass man wohl sagen darf, dass die Höhe der Ausbildung jener Athemorgane mit jener des Diaphragma gleichen Schritt hält. Aus diesen beiden, jedoch nur in ihrer innigen Verbindung zu würdigenden Factoren erklärt sich der Mangel des Zwerchfellmuskels bei den Fischen. Bei seinem ersten Erscheinen unter den Amphibien ist es nur durch einzelne, die Speiseröhre umgreifende Muskelbündel dargestellt, welche auch den Reptilien, besonders Crocodilen, zukommen, jedoch mehr mit dem Charakter eines Muskelbelegs des Peritonäums. Zu einem selbständigen über die Lungen sich hinweg schlagenden Muskel kommt es erst bei den Schildkröten. Bei den Vögeln ist die Umhüllung und die Einwirkung auf die Bewegungen der Lungen die vorragendste Bedeutung des nur an seinen seitlichen Ursprüngen musculösen Zwerchfelles, welches noch nicht zur Scheidewand einer Brust- und Bauchhöhle geworden ist**). Als solche erscheint es erst bei den Säugethieren, wo nicht allein seine von der Wirbelsäule

*) Er fehlt den Schlangen.

**) Die zwerchfellartige Lungenumhüllung der Vögel ist besonders wichtig für die mit den Lungen in Verbindung stehenden Luftsäcke des Abdomens, die durch jene Einrichtung von den Lungen abgeschlossen werden können.

und den Rippen stammenden Muskelursprünge, sondern auch seine mittlere, nur bei wenigen (*Delphinus*) fehlende Aponeurose (*centrum tendineum*) mächtig ausgebildet sind *).

Vordere Muskeln der Wirbelsäule.

Diese im Allgemeinen als Antagonisten der Rückenmuskeln wirkenden Abtheilungen verhalten sich am einfachsten am Schwanze, wo sie blosse Wiederholungen der oberen sind. Es gilt dies nicht nur für die mit noch nicht weiter differenzirten Seitenrumpfmuskeln versehenen Fische (vergl. oben pag. 474), sondern überhaupt für alle geschwänzten Wirbelthiere, doch können einzelne dieser Muskeln sich in eigenthümlicher Weise ausbilden, wie dies z. B. am Schwanze der Vögel der Fall ist. In das System dieser Muskeln gehört ferner der schon bei Salamandern und Fröschen vorhandene *Quadratus lumborum*, der auch bei den Reptilien, mit Ausnahme der Schlangen, zu finden ist, sowie ihn auch alle Säugethiere besitzen. Bei den mit rudimentärem Becken versehenen Walthieren erstreckt er sich weiter nach hinten und wirkt als Niederzieher des Schwanzes.

Eine andere Gruppe bilden die vorderen Halsmuskeln, zu denen die *Recti capitis antici*, dann der *M. longus colli* gehören, Muskeln, die erst von den Reptilien an in deutlicher Ausbildung vorhanden sind.

Muskeln des Kopfes.

Diese theilen sich in solche, welche zur Bewegung des Unterkiefers dienen, Kaumuskeln, und solche, deren Bestimmung auf die Bewegung der Weichtheile gerichtet ist, welche die am Kopfe angebrachten Oeffnungen der Sinnesorgane verschliessen. Die zur letzteren Gruppe gehörigen Muskeln, Gesichtsmuskeln, bedingen die Veränderlichkeit des physiognomischen Ausdruckes und damit das Mienenspiel, zeigen daher jene Entwicklung, wie sie beim Menschen besteht, bei keinem Thiere, obgleich eine allmähliche Vermehrung in der aufsteigenden Reihe deutlich gegeben ist.

Bei den Fischen werden sie gänzlich vermisst, und auch bei den Amphibien bestehen nur wenige Bündelchen zur Verengerung oder Erweiterung der Nasenöffnungen, die auch bei den Reptilien wiederkehren und noch durch Muskeln zur Bewegung der Ohrklappe der Crocodile vermehrt sind. Diese bilden mit den Palpebralmuskeln die ganze Gesichtsmusculatur, welche auch noch in der Classe der Vögel sich

*) Das Vorkommen von Ossificationen im *Centrum tendineum* der Kamele und Lamas gehört unter jene Erscheinungen, die wir auch sonst vielfach an sehnigen Theilen auftreten sehen: Herzknochen der Rinder, Penisknochen der Raubthiere, verknöcherte Sehnen der Vögel.

hierauf beschränkt. Erst bei den Säugethieren — mit einziger Ausnahme der mit hornigen Kieferscheiden versehenen Monotremen — ergibt sich durch die Musculatur der Lippen eine grössere Mannichfaltigkeit, die nur durch den auch das Gesicht überziehenden Hautmuskel abgeschwächt wird. Die einzelnen Muskeln lassen sich im Ganzen auf jene des Menschen zurückführen, sind aber namentlich an der Unterlippe nur wenig gesonderte Theile der betreffenden Hautmusculatur.

Die Kaumuskeln bieten in ihrer Zahl und Ordnung je nach den Verhältnissen der von ihnen zu bewegenden Knochen mehrfache bemerkenswerthe Erscheinungen und lassen überdiess noch dasselbe Differenzirungsgesetz erkennen, welches die übrige Musculatur beherrscht. So wird der ganze Kaumuskelapparat bei den Fischen (*Teleostei*) jederseits durch einen grossen, aus mehreren Portionen zusammengesetzten, theils vom Gaumengerüste, theils vom Kieferstiele seinen Ursprung nehmenden Muskel dargestellt, welcher sich am Ober- und am Unterkiefer inserirt. Die an den Unterkiefer tretende Portion entspricht jenen Muskeln, die wir bei den höheren Thieren als *temporalis*, *masseter* und *mm. pterygoidei* bezeichnen. Auch der Kieferstiel besitzt einen besonderen Hebemuskel, und zur Bewegung der nur durch ein Band verbundenen Unterkieferhälften ist ein gemeinschaftlicher Anzieher vorhanden. Bei Amphibien und Reptilien hat sich von der Kaumuskelmasse eine innere Portion als *pterygoideus* gesondert, die selbst wieder in zwei Abtheilungen (*pt. externus* und *internus*) zerfallen kann (Saurier), und auch die Scheidung des *Temporalis* und *Masseter* ist durch Schichtenbildung angedeutet. Das Herabziehen des Kiefers besorgt in beiden Classen ein Digastricus. Eine Vermehrung der Muskeln zeichnet die Schlangen aus, indem sowohl Adductoren der Unterkieferäste als besondere das Quadratbein und einzelne Knochen des Gaumengerüstes bewegende Muskeln bei den Eurystomata in nicht unbedeutender Entwicklung getroffen werden. Aehnliche Muskeln, als Heber der Flügelbeine und des Quadratbeins bestehen auch noch bei den Vögeln und bewirken die Beweglichkeit des Oberkieferapparates. Von den eigentlichen Kiefermuskeln hat der *Temporalis* die grösste Ausdehnung, und der in den unteren, mit beweglichen Kieferhälften versehenen Abtheilungen vorhandene Adductor wird durch einen quer zwischen den Kieferästen ausgespannten Muskel von anderer Bedeutung vertreten.

Die Kaumuskeln der Säugethiere sind in Zahl, Ursprung und Insertion mit der menschlichen Bildung übereinstimmend und weichen ausser einem allgemein grösseren Volumen nur in jenen Verhältnissen ab, die durch Form der Ursprungs- und Insertionsflächen an den betreffenden Knochen gegeben sind. Der Digastricus ist häufig nicht der einzige Senkmuskel des Unterkiefers, indem er noch durch Muskeln, die vom Sternum (Kameel) oder vom Griffelfortsatze (Pferd) zum Unterkiefer treten, unterstüzt wird.

Muskeln des Visceralscelets.

Die bei den Fischen einen zusammenhängenden Apparat vorstellenden Zungenbein- und Kiemenbogen werden auch durch ein besonderes System von Muskeln gleichmässig bewegt. Es erstreckt sich dieses theils von der Schädelbasis zu den einzelnen Kiemenbogen, theils vom Zungenbein zu den letzteren, namentlich zu den *ossa pharyngea inferiora*, theils findet es sich zwischen den Kiemenbogen und den betreffenden Verbindungsstücken. Die Annäherung der beiderseitigen Kiemenbogen wird durch quere Muskeln besorgt. Wichtig sind bei den Fischen noch die Muskeln der Kiemenhautstrahlen, sowie jene des Opercularapparates, von denen ein zum Operculum tretender Heber und ein Senker besonders zu nennen sind.

Die Perennibranchiaten und die Larven der übrigen Amphibien besitzen zur Bewegung ihres Kiemenkorbes ähnliche Muskelgruppen, die zum Theile wenigstens auf jene der Fische zurückführbar sind. Mit dem Verschwinden des Kiemengerüstes und der dadurch wachsenden Selbständigkeit des Zungenbeins wird auch die Bewegung desselben eine freiere, und Brustbein, Scapula und Unterkiefer, nicht selten auch das Quadratbein und die Schädelbasis geben Ursprünge für Muskeln her, die sich am Zungenbein inseriren. Nur die Schlangen bilden hievon eine Ausnahme, und die rudimentäre Bildung ihres Zungenbeins steht im Einklange mit dem Mangel jener Muskeln, die sonst von dem hier fehlenden Sternum und Schulterblatte ihren Ursprung nehmen. Die *mm. genio-*, *mylo-*, *omo-* und *sternohyoidei* kommen in den höheren Wirbelthierclassen fast ohne Ausnahme vor und bei den Vögeln und manchen Reptilien tritt noch ein Muskel hinzu, der dem *stylo-hyoideus* der Säugethiere homolog ist.

Muskeln der Extremitäten.

Zur Bewegung der unpaaren Flossen bei den Fischen dienen mehrere Systeme kleiner Muskeln, welche in der Medianlinie des Körpers gelagert, theils an die Flossenstrahlträger gehen und deren Hebung und Senkung bewirken, theils für die Flossenstrahlen selbst bestimmt sind.

Die in ihrer morphologischen Bedeutung mit den Extremitäten der übrigen Wirbelthiere zusammenfallenden paarigen Flossen besitzen eine Anzahl von Muskeln, die ebensowenig zuverlässig mit denen der übrigen Wirbelthiere zusammengestellt werden können, als diess von den betreffenden Knochen möglich war. Diess gilt auch noch für alle jene Amphibien und Reptilien, die mit rudimentären Extremitäten versehen sind. Erst da, wo nicht allein in der Anlage, sondern auch in der Ausführung derselben der allgemeine Plan eine vollkommenere Stufe erreicht, gibt sich die Uebereinstimmung in der Musculatur deutlicher zu erkennen, und eine Vermehrung der Muskeln, als das Resultat der Differenzi-

rung früherer einheitlicher Parthien, begleitet die functionelle Entwickelung einer Extremität.

Betrachten wir zuerst die vordere Extremität sammt dem sie tragenden Schultergürtel, so sehen wir vom Rücken aus eine Anzahl von Muskeln zum Schulterblatte treten, welche theils als Vorwärtszieher, theils als Rückzieher wirken, und einem *m. cucullaris*, den *rhomboidei*, dem *levator scapulae* entsprechend sind. Sie sind wenig entwickelt bei den Perennibranchiaten, indess schon die Salamandrinen, mehr noch die Batrachier sie so entwickelt zeigen, dass man in ihnen die Homologa der gleichnamigen Muskeln der höheren Wirbelthiere erkennen kann. Bei den mit einer Clavicula versehenen Säugethieren kommt noch ein *m. cleidomastoideus* hinzu, der mit dem ihm anliegenden, auch bei Reptilien vorhandenen *sterno-mastoideus* nur selten wie beim Menschen vereinigt ist. — Als Antagonisten dieser Muskelgruppe wirken Herabzieher des Schultergürtels, als welche die *serrati antici* (*major* und *minor* [*pectoralis minor*]) zu nennen sind. Sie haben wegen des Fehlens wahrer Rippen bei den Batrachiern ihre Lage insofern geändert, als sie von Querfortsätzen entstehen und mit ihren Portionen nach aufwärts convergiren. Auch bei Reptilien, z. B. den Crocodilen, liegen die Ursprünge der *serrati* an den Halsrippen. Bei Vögeln und Säugethieren (soweit letzteren eine Clavicula zukommt) besteht noch ein *subclavius*, der in der erstgenannten Classe vom Sternum und Sternocostalknochen zum zweiten Schlüsselbein tritt.

Als Muskeln des Oberarms sind anzuführen: der *deltoideus*, der *scapularis*, *latissimus dorsi*, *pectoralis major* und *coracobrachialis*. Der Deltamuskel, als Heber und Vorwärtszieher des Armes wirkend, theilt sich nicht selten in mehrere Portionen (Vögel) oder verschmilzt mit dem *cucullaris* zu einem einzigen Muskel (manche Säugethiere). Der *scapularis* theilt sich schon bei den Reptilien in mehrere Portionen, die bei Vögeln und Säugethieren als *subscapularis*, *supra*- und *infraspinctus* bestehen. *Latissimus dorsi* und *pectoralis major* erhalten bei den Vögeln eine hohe Bedeutung, indem ersterer, meist aus mehreren Schichten bestehend, beim Fluge den hinteren Theil des Rumpfes hebt, und letzterer je nach der Ausbildung des Sternums eine beträchtliche Grösse besitzen kann, und meist in mehrere Portionen zerfällt, die sich auch bei den Chiropteren, dann bei grabenden Säugethieren wiederfinden. Ein solches Zerfallen trifft auch den *Coracobrachialis* bei den Vögeln.

Für den Vorderarm bestehen schon von den Amphibien an Strecker und Beuger, welche theils am Humerus, theils am Scapulargürtel ihren Ursprung nehmen, und auch bei Reptilien und Vögeln, wenn auch an Zahl etwas vermehrt, in der Leistung sich einfacher verhalten, als die ihnen morphologisch entsprechenden Muskeln des Menschen. Handwurzel und Mittelhand sind ebenso bezüglich ihrer Musculatur auf die beim Menschen vorkommenden Einrichtungen reducirbar, wenn auch die sehr verschiedenartigen Leistungen der Extremität mit denen oft ganz

beträchtliche Modificationen der bezüglichen Scelettheile einhergehen, sehr abweichende Verhältnisse der Musculatur hervorrufen. Eine Vereinfachung der Strecker und Beuger der Finger, sowie auch in der übrigen Musculatur des Extremitätenendes ist im Vergleich mit der menschlichen Bildung bei allen Säugethieren vorhanden, und zwar um so bedeutender, je grösser die Reduction ist, welche Carpus, Metacarpus und Phalangen erfahren, wie solche namentlich bei Pachydermen, Wiederkäuern und Einhufern zu treffen sind.

Von den Muskeln der hinteren Extremität und des Beckengürtels sind die meisten, wie an denen des vorderen Gliedmassengürtels gezeigt ward, als solche zu erkennen, die auch die menschliche Anatomie nachgewiesen hat. Doch muss auch hier wieder auf die verschiedene Leistung von morphologischen Aequivalenten aufmerksam gemacht werden, welche Verschiedenheit aus einem differenten Verhalten der knöchernen Apparate und namentlich der Gelenke resultirt.

Die von der Lendengegend der Wirbelsäule und der Innenfläche der *Ossa ilei* entspringenden Muskeln (*m. psoas* und *iliacus internus*) fehlen den Vögeln, und bei den Amphibien und Reptilien sind nur zum Theile analoge Muskeln zu erkennen. Dasselbe gilt vom *obturator internus*, während der *pyriformis* (die Batrachier ausgenommen) ein ausgedehnteres Vorkommen besitzt. Auch die äusseren Beckenmuskeln (wie z. B. die *glutaei*) finden sich weit verbreitet, wenn auch, wie bei den Amphibien, ihre Grösse noch sehr unbedeutend ist und sie häufig nur durch einen einzigen Muskel repräsentirt werden.

Von den Abductoren und Adductoren, Beugern und Streckern der übrigen Extremität muss wiederholt werden, was oben von jenen der vorderen Extremität gesagt worden ist*).

Organe der Empfindung.

§. 46.

a) Vom Nervensysteme.

Die Centralorgane des Nervensystemes der Wirbelthiere lagern stets in dem über der Achse des Rückgrates befindlichen Canale und bestehen

*) Die kurze Behandlung der Myologie mag durch die bis jetzt noch sehr spärlich vorhandenen Untersuchungen dieses Gegenstandes, dem bis auf wenige Abschnitte das wissenschaftliche Gewand abgeht, genügend gerechtfertigt sein. Ausser den durch J. Müller über vergleichende Myologie gelieferten wichtigen Arbeiten (in seiner vergleich. Anatomie der Myxinoiden) ist kein nennenswerther Versuch gemacht, in der Durchforschung eines so wichtigen Gebietes allgemeine Gesichtspuncte zu gewinnen.

Die Muskeln einzelner Wirbelthiere behandeln theils die verschiedenen Handbücher über Anatomie der Haussäugethiere, theils speciell folgende Schriften:

d'Alton, Beschreibung des Muskelsystems eines *Python bivittatus* in Müller's Archiv 1834.

Derselbe, *de strigum musculis commentatio. Halis* 1837.

aus regelmässig und symmetrisch angeordneten Nervenmassen, die fast durchgehend am vorderen Abschnitte grössere Anschwellungen bilden, welche man als Gehirn von dem hinteren gleichmässiger verlaufenden Rückenmark unterscheidet. Die schon durch die Lagerung in einem continuirlichen Canal gegebene Centralisirung sichert dem hier ausgesprochenen Plane einen höheren Rang vor dem in den unteren Abtheilungen getroffenen Nervencentren, die (wie bei Arthropoden und Mollusken gezeigt wurde) mit dem Auftreten einer durch Vervielfältigung sich beurkundenden höheren Ausbildung immer eine Dislocation über verschiedene Körpertheile aufwiesen. Es können daher den Nervencentren der Wirbelthiere die gewöhnlich grösseren oberen Schlundganglienmassen Wirbelloser nur bedingterweise verglichen werden.

Das centrale Nervensystem der Wirbelthiere besitzt überall besondere häutige Umhüllungen, die mit jenen vom Menschen bekannten im Wesentlichen übereinstimmen *).

Die unterste Organisationsstufe nimmt durch den Mangel einer Scheidung von Rückenmark und Gehirn Amphioxus ein, denn das gesammte Centralnervensystem besteht aus einem die Länge des Rückgratcanales durchziehenden, kleine, dicht folgende Anschwellungen besitzenden Strange, der nach hinten allmählich, nach vorne rascher sich verdünnt und mit einer einfachen Abrundung endet.

Diese einfache Form bei Amphioxus ist als der Urtypus der Centralorgane des Nervensystems anzusehen, und die bei den übrigen Wirbelthieren stattfindende Differenzirung der vordersten Abschnittes zum Gehirn ist dessen, in vielfachen Abstufungen sich gliedernde Fortbildung.

Vom Gehirn **).

Für eine vergleichende Darstellung der Formation dieses Abschnittes des Nervensystems ist es nothwendig, den Ausgang von der ersten Entwickelung des Gehirnes der höheren Wirbelthiere zu nehmen, um daran zu zeigen, wie die ausserdem schwer zu deutenden Abschnitte des Gehirns der niederen Classen die Vorbildungen von Organisationen sind, die in den höheren Classen nach den verschiedensten Richtungen aber immer innerhalb des ursprünglichen Planes sich entfalten.

Das anfänglich gleichartig angelegte Centralnervensystem stellt einen nach oben offenen Halbcanal vor, der sich allmählich zum Medullarrohre zu schliessen beginnt. Der vorderste stärker entwickelte Theil formt sich in drei auf einander folgende Blasen um, die Anlagen des Gehirns, die continuirlich in den hinteren an einzelnen

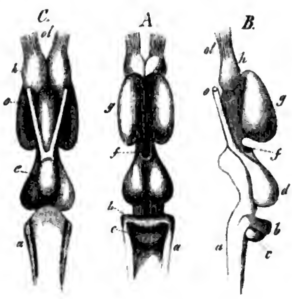
*) Die am wenigsten Abweichungen darbietende Umhullung der Centralorgane ist die *Pia mater*.

**) Als wichtige uber das Gehirn von Wirbelthieren handelnde Schriften sind anzuführen: Carus, Versuch einer Darstellung des Nervensystemes Leipzig 1814. — Serres, *Anatomie comparée du cerveau. Paris* 1824—1828. — Leuret, *Exposition anat. de l'organisation du centre nerveux Paris* 1844.

Stellen noch offenen Abschnitt, das Rückenmark, übergehen. Die erste und grösste sehr bald der Länge nach sich theilende Blase bildet das Vorderhirn, an dem sich ein hinterer unpaarer Abschnitt als Zwischenhirn hervorbildet. Die zweite der primitiven Hirnblasen stellt das Mittelhirn dar, und die dritte bildet mit ihrem vorderen Theile das Hinterhirn, indess ihr hinterer unmittelbar in das Rückenmark sich fortsetzender Abschnitt als Nachhirn bezeichnet wird*). Diese fünf zum Theile paarigen Anschwellungen bilden sich dann in die bleibenden Theile dergestalt um, dass aus der ersten die grossen Hemisphären, aus der zweiten die Umgebung des dritten Ventrikels, aus der dritten die Vierhügel, aus der vierten das kleine Gehirn und aus der fünften endlich das verlängerte Mark hervorgeht. Den wichtigsten Anhaltspunct für die Vergleichung bietet der zweite Abschnitt oder das Zwischenhirn, dessen Hohlraum zum dritten Ventrikel wird und an dessen Boden die trichterförmige, mit dem Hirnanhang sich verbindende Hervorragung an der Hirnbasis sich auszeichnet. Ebenso maassgebend ist der Ursprung des vierten Hirnnerven vor der vierten Hirnblase.

Am Gehirn der Fische stellen die in der Embryonalanlage der höheren Wirbelthiere angedeuteten Abschnitte eine Reihe meist paariger, aber mehrfach sich unter einander verbindender Anschwellungen vor, die, in gleicher Richtung mit dem Rückenmarke gelagert, die Schädelhöhle meist nur zum kleinsten Theile ausfüllen. — Indem vor dem den Hemisphären entsprechenden Abschnitte noch ein Paar, die Geruchsnerven abgebende Lappen, die *lobi olfactorii* liegen, kommen den Fischen als typisch sechs Abschnitte zu, von denen einzelne sich jedoch unter einander verbinden, so dass ihre Zahl auf fünf, ja sogar auf vier reducirt wird.

Fig. 151.



Die *lobi olfactorii* (Fig. 151. 152. *h*), sehr verschieden an Grösse, sind mit den Hemisphären zuweilen verschmolzen, oder sie liegen durch einen längeren *Tractus olfactorius* weiter von den Hemisphären getrennt (Selachier). Die Hemi-

Fig. 151. Gehirn von *Polypterus bichir*. *A*. von Oben. *B*. seitlich. *C*. von Unten. *a*. *Medulla oblongata* *bc*. kleines Gehirn. *d*. *Lobus opticus*. *e*. *Hypophysis*. *f*. *crura cerebri*. *g*. Hemisphären. *h*. *lobi olfactorii*. *o*. *N. Opticus*. *ol*. *N. olfactorii*. (Nach J. Müller.)

*) Vergl. v. Baer, Ueber Entwickelungsgeschichte der Thiere. Königsberg 1837. Bd. II. p. 106. — Bischoff, Entwickelungsgeschichte der Säugethiere und des Menschen. Leipzig 1842. p. 170.

sphären (Fig. 151. *g*) stellen gewöhnlich paarige Anschwellungen vor (Ganoiden, Knochenfische, Cyclostomen), oder sie sind zu einer einzigen rundlichen Masse vereinigt (Fig. 152 *g*), die auf ihrer Oberfläche durch Längs- oder Quereindrücke ausgezeichnet ist (Selachier). Der nun folgende, den besonders bei Ganoiden deutlich vortretenden Hirnstielen (Fig. 151. *A f*) aufgelagerte Abschnitt (*d*) ist der schwierigst zu deutende, und kann am sichersten noch dem Zwischen- und Mittelhirn der Embryonen verglichen werden, da er die Umgebungen des dritten Ventrikels bildet, nach vorne die Sehnerven absendet, unten die Hypophysis (*C e*) trägt und zugleich an seiner hinteren Gränze den *N. trochlearis* entspringen lässt. Dadurch entspricht er der Summe eines *lobus ventr. tertii* und eines *lob. eminentiae bigeminae* (= *corpus quadrigeminum*). Wir können diesen paarigen Abschnitt als *lobus opticus* bezeichnen, die von ihm bedeckte, unten in das Infundibulum, hinten in den 4. Ventrikel übergehende Höhle als *vent. lobi optici*, der dann dem dritten Ventrikel und dem *aquaeductus Sylvii* der höheren Thiere entspricht. Die Richtigkeit dieser Auffassung wird bestätigt durch das Gehirn von Petromyzon, wo der *lobus opticus* von zwei hinter einander liegenden Anschwellungen vertreten wird, einer kleineren unpaaren vorderen, die unten die Hypophysis trägt, dem *lob. ventr. tertii*, und einer grösseren paarigen hinteren, der *eminentia bigemina*.

Hinter der vom Boden des dritten Ventrikels entspringenden Hypophysis heben sich bei den meisten Fischen noch besondere Lappen ab, die *lobi inferiores*, welche bei den Cyclostomen und beim Störe durch eine einfache Protuberanz vertreten sind.

Fig. 152.



Den vorletzten Abschnitt bildet das kleine Gehirn (Fig. 151. *b c*), welches in sehr verschiedenem Grade der Ausbildung auftritt, bald nur als eine schmale Querbrücke über dem vierten Ventrikel (Petromyzon) bald als eine stärkere Hervorragung (Ganoiden, Knochenfische) von verschiedener Grösse, der sogar einen Theil der nächst vorderen Hirnabschnitte (*lobi ventr. III.*) und auch den vierten Ventrikel bedeckt (Selachier)*). Der letzte dem Nachhirne der Embryonen entsprechende Abschnitt, die *Medulla oblongata*, ist von dem

Fig. 152. Gehirn eines Haies. *a. Medulla oblongata. b. Cerebellum. d. Lobus opticus.* c. Hemisphären des Grosshirns. *h. Lobi olfactorii.* o. Riechorgan. (Nach W. Busch.)

*) Ein Zerfallen in zwei seitliche Hälften ist selten. Häufiger kommen Quereinschnitte vor, die bei einigen Haien (*Galeus*, *Carcharias*) sogar der Kleinhirnbildung der Vögel sich nähern. Eine ausserordentliche Ausbildung zu einem grossen nach vorne übergeschlagenen Zapfen besitzt das *Cerebellum* der Thunfische.

Rückenmarke nur durch die grössere Breite und die Entwickelung seiner gangliösen Parthien unterschieden. Indem die hinteren (oberen) Stränge des Rückenmarkes an dem verlängerten Marke aus einander weichen, begränzen sie seitlich den vierten Ventrikel mit der Rautengrube*). Die an diesem Theile vorkommenden Anschwellungen liegen entweder im Boden des vierten Ventrikels (einige Teleostier), oder sie zeigen sich in den seitlichen Begränzungen (Myxinoiden), wo sie zuweilen sogar über den Ventrikel zusammenstossen (Chimären). Sehr entwickelt sind solche Anschwellungen bei einigen Fischen an den Ursprüngen von Nerven, so dass man bei Selachiern und den Stören *lobi nervi trigemini*, und bei ersteren und den Chimären noch *lobi nervi vagi* unterscheiden kann. In dieselbe Kategorie von Lappen der *medulla oblongata* gehören endlich die bei den Zitterrochen über dem *Sinus rhomboidalis* sich zusammenwölbenden *lobi electrici* (Fig. 167. *III'*)**).

In der einer Verlängerung der Rückenmarksachse entsprechenden Lage kommt das Gehirn der Amphibien noch mit jenem der Fische überein, doch gibt schon eine Differenzirung des Zwischen- und Mittelhirns Zeugniss von einer höheren, wenn auch nicht bedeutend vorgeschrittenen Ausbildung. Die *lobi olfactorii* sind meist den länglichen Hemisphärenlappen verbunden, beim Frosche (Fig. 153 *a*) einen einzigen, nur die Spur einer Theilung tragenden Lappen bildend. Die Hemisphären (*b*) umschliessen eine Höhle und gränzen nach hinten an ein Paar stets unbedeutender Höckerchen, die den Hirnstielen aufsitzen, und den Eingang zum Infundibulum überdeckend als Spuren der *lobi ventriculi tertii* zu betrachten sind. Vor ihnen lagert die Epiphysis. Die ansehnlichen *lobi optici* (*c*) erscheinen bei manchen (z. B. Proteus) mit dem vorhergehenden Abschnitte vereinigt, und können sogar das schmale brückenartig sich erhebende Cerebellum (*d*) überragen, oder wie bei den

Fig. 153.

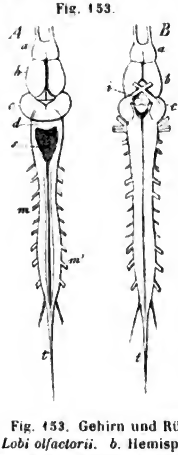


Fig. 153. Gehirn und Rückenmark des Frosches. *A.* von oben. *B.* von unten. *a* *Lobi olfactorii.* *b.* Hemisphären. *c.* *Lobi optici.* *d.* *Cerebellum.* *i* *Infundibulum.* *s* *ventriculus quartus.* *n.* Rückenmark. *t.* *filum terminale.*

*) Durch eine faltige Wulstung des Randes des vierten Ventrikels kommen bei Selachiern, namentlich Haien, eigenthümliche Bildungen zu Stande, von denen die Fig. 152 einige Andeutung giebt.

**) Ueber das Gehirn der Fische sind vorzüglich anzuführen: Gottsche in Müll. Archiv 1835. Stannius, Ueber den Bau des Gehirnes der Störe. ibid. 1843. Busch, *De Selachiorum et Ganoidorum encephalo diss.* *Berol* 1848. Klaatsch, *De cerebris piscium etc. diss.* *Hal.* 1850.

Batrachiern einen Theil des vorhergehenden Abschnittes. Die *Medulla oblongata* (*d*) entbehrt der bei den Fischen angemerkten Anschwellungen, umschliesst dagegen eine Rautengrube (*s*) von beträchtlicher Weite.

Viel bedeutender sind die Veränderungen am Gehirne der Reptilien. Die Hemisphären stellen längere, nach hinten zu meist beträchtlicher ausgedehnte Anschwellungen*) vor, die entweder durch einen *tractus olfactorius* in die *lobi olfactorii* sich fortsetzen (einige Schlangen, Saurier und Crocodile) oder die scharf abgesetzten, relativ kleinen Riechlappen unmittelbar vor sich tragen. Die Hemisphären umschliesson stets einen Hohlraum (Seitenventrikel), den ein vom Boden entspringender Hügel fast vollständig erfüllt. Die *Lobi ventriculi III* treten besonders bei den Schildkröten hervor, sind auch bei Sauriern ausgeprägt, jedoch mehr mit den folgenden Abschnitten in Verbindung, die als *lobi optici* der Autoren den Vierhügeln der höheren Thiere an die Seite zu stellen sind. Sehr ausgebildet sind die letzteren bei den Crocodilen, wo sie oberflächlich durch eine sie überkleidende Hülle verbunden sind, die einen Hohlraum umschliesst. Die grössten Differenzen herrschen in der Ausbildung des kleinen Gehirnes, welches bei den Sauriern und Schlangen eine dünne Lamelle darstellt, die entweder über den vierten Ventrikel deckend sich hinweglegt, oder gerade emporsteht, während es bei Schildkröten stärker gewölbt und bei Crocodilen sogar von ziemlichem Umfange auftritt, und einen grösseren mittleren Lappen — dem Wurme der Vögel vergleichbar — und zwei seitliche kleinere Anhänge — entsprechend den Hemisphären des Cerebellums — erkennen lässt, ein Verhalten, welches schon bei einigen Sauriern angedeutet war.

Am Gehirn der Vögel treten uns vor allem die im Vergleiche mit den unteren Classen mächtig entfalteten, aber dünnwandigen Hemisphären (Fig. 154. *b*) entgegen, vor denen die kleinen, zum grossen Theile von ihnen verdeckten *lobi olfactorii* (*a*) angebracht sind, und die zugleich nach hinten die Theile des Zwischenhirns verbergen. Diese treten schon bestimmter als *thalami optici* auf, vor denen die Hemisphären durch eine Quercommissur unter einander sich verbinden. Vor den Sehhügeln liegen Andeutungen der *corpora striata*, und hinter ihnen stark zur Seite gedrängt finden sich die

Fig. 154.

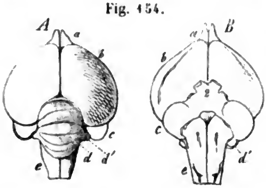


Fig. 154. Gehirn des Haushuhns. *A.* von oben. *B.* von unten. *a. lobi olfactorii.* *b.* Hemisphären *c corpora bigemina* (Vierhügel). *d.* mittlerer Theil des Cerebellum. *d'.* Hemisphären des Cerebellum. *e. Medulla oblongata.* 2 *Opticus.* (Nach Carus.)

*) Sie fehlen bei Chamaelon.

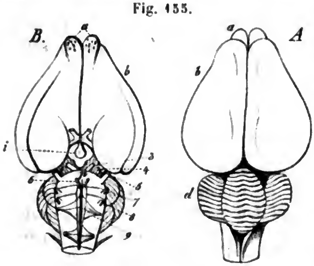
dem Mittelhirne entsprechenden *corpora bigemina*, unter denen die Sylvische Wasserleitung zum dritten Ventrikel zieht.

Die bei den Crocodilen gezeigte Differenzirung des Cerebellum ist weiter geschritten, denn der mittlere Theil (*d*) ist durch quere Vertiefungen eingeschnitten und zeigt auf dem Durchschnitte einen *arbor vitae.* Wir haben ihn oben schon dem Wurme verglichen. Sehr klein sind die seitlichen Theile (Hemisphären) (*d*) des Cerebellum, die fast nur wie Anhänge sich ausnehmen.

Das Ueberwiegen der grossen Hemisphären (Vorderhirn) über die anderen Abtheilungen nimmt bei den Säugethieren um beträchtliches zu, doch sind dieselben noch vielfach mit glatter Oberfläche versehen, wie bei Beutelthieren, mehreren Nagern (Fig. 155) und Insectenfressern. Es treten aber hier schon einzelne Windungen auf, die bei Phocen und Carnivoren sich vermehren und bei den Hufthieren und Cetaceen noch unvollkommener ausgebildet sind. Damit gewinnen (bei den Affen) auch die Hinterlappen der Hemisphären ein grösseres Volum, ragen deckend über das Mittelhirn, ja sogar über einen Theil des Cerebellum, welches bei den höheren Affen (Pithecus, Hylobates u. a.) vollständig von ihnen überragt wird *).

Wichtig ist das Auftreten des Balkens (von dem bei den Vögeln nur geringe Andeutungen vorhanden sind) und der mit diesem zusammenhängenden Gebilde, wie *fornix* und *septum pellucidum*, Einrichtungen, deren von Owen nachgewiesener nahebei vollständiger Mangel die Monotremen und Beutelthiere auf eine niedere Stufe zurückweist.

Fig. 155.



In demselben Grade als die Hemisphären an Umfang gewinnen, treten die gewöhnlich noch hohlen und mit den Seitenventrikeln communicirenden *lobi olfactorii* (Fig. 155. *a*) zurück. Die *Thalami optici*,

Fig. 155. Gehirn von *Dasyprocta Aguti*. *A*. von oben. *B*. von unten. *a*. Riechkolben. *b*. Hemisphären. *d*. Cerebellum. *i*. Hypophysis. Durch die Zahlen 2—9 werden die Nerven bezeichnet. (Nach Serres.)

*) Die Bildung von Windungen ist für die einzelnen Säugethierordnungen sehr unbeständig, es kann deshalb hierauf durchaus keine stufenweise Entfaltung des Säugethiertypus gebaut werden. Selbst unter den Affen (*Hapale*) kommen noch glatte Hemisphären vor. Bei sonst niedrigstehenden Säugern, z. B. dem Delphin und den Walfischen sind sie dagegen ausserordentlich zahlreich, und selbst asymetrisch. Das letztere ist auch bei mehreren Affen der Fall.

Die Seitenventrikel ähneln im Ganzen jenen des menschlichen Gehirns, doch ist das Hinterhorn erst da vorhanden, wo die Hinterlappen entwickelt sind, und vom *pes hippocampi minor* existiren nur Spuren.

aus den *lobi ventriculi tertii* der niederen Wirbelthiere hervorgegangen, sind bei den Monotremen durch eine grössere Entwickelung der mittleren Comissur eng mit einander verbunden und diese, wie die vordere und hintere stehen auch bei den übrigen Säugethieren zur Ausbildung des Balkens im umgekehrten Verhältnisse. Vor den Sehhügeln finden sich die *corpora striata*. Hirnanhang und Zirbeldrüse sind überall vorhanden.

Die dem Mittelhirn entsprechenden *eminentiae bigeminae* (Vierhügel) sind unter allen Hirnabtheilungen am meisten zurückgetreten, zeigen bei Monotremen nur die Spur einer Längstheilung und erst bei den Beutelthieren werden die auch ferner sehr ungleich sich verhaltenden vier Erhabenheiten sichtbar.

Auch das kleine Gehirn schliesst sich bei Monotremen und Beutelthieren durch die vorwiegende Grösse seines Mittelstücks (Vermis), sowie durch spärliche Entwickelung der Varolsbrücke an niedere Formen an, und selbst noch bei Nagern (Fig. 155. *d*), Edentaten u. m. a. besteht mehrfach dieses Uebergewicht des Mittelstücks, bis bei den Hufthieren, mehr noch bei Carnivoren, Walthieren und endlich bei Affen unter Zunahme der Läppchenbildung das Mittelstück als Wurm allmählich zurücktritt, und mit gleichzeitiger Ausdehnung der Brücke der menschlichen Bildung sich nähernde Formen entstehen.

Mit der Entwickelung des kleinen Gehirnes wird zugleich grossentheils die Oberfläche des verlängerten Marks bedeckt, an welchem die Stränge und andere Theile in der nämlichen Anordnung wie beim Menschen, wenn auch in anderen Grössenverhältnissen vorhanden sind*).

§. 47.

Rückenmark.

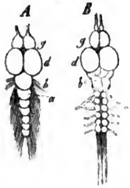
Das aus der *medulla oblongata* continuirlich hervorgehende Rückenmark steht bezüglich seiner Grösse im umgekehrten Verhältnisse zur Ausbildung des Gehirns, so dass es bei den niederen Classen das letztere oft beträchtlich in seiner Masse überwiegt. Es zeigt bei allen Wirbelthieren zwei Längsfurchen, eine vordere und hintere, letztere entspricht einem im Innern des Markes liegenden Centralcanale, der durch Auseinanderweichen der Ränder jener Längsfurche offen liegt. Aus dieser Erscheinung erklärt sich auch die Bildung der noch der *medulla oblongata* angehörigen Rautengrube.

---

*) Eine dicht hinter der Brücke nach aussen von den vorderen Pyramiden gelegene Abtheilung querer Fasern — das *Trapezium* — darstellend — bildet eine der minder wesentlichen Eigenthümlichkeiten des Säugethierhirnes. Ausserdem ist hier noch anzuführen die Asymetrie des Wurmes am Cerebellum vieler Wiederkäuer, Carnivoren u. a., sowie das Vorkommen einer einfachen *Eminentia candicans*. Erst bei Affen ist sie in 2 Hugelchen zerfallen.

Bei den Fischen erstreckt sich das Rückenmark ziemlich gleichmässig durch den Rückgratcanal, flach, beinahe bandartig (Cyclostomen, Chimären) oder mehr cylindrisch geformt, nach hinten sich mässig verjüngend. Den Ursprüngen der Nerven entsprechen häufig besondere Anschwellungen, die besonders bei mehreren Arten von Trigla (Vergl. Fig. 156. *B*) auffallend entwickelt sind, und die in ganz geringer Zahl das ausnehmend kurze Rückenmark von Orthagoriscus u. a. zusammensetzen (Fig. 156. *A*).

Fig. 156.



Wie die vom Rückenmarke entspringenden Nervenmassen, dessen Volumsverhältnisse influenziren, zeigt sich in den vier höheren Wirbelthierclassen, bei denen die Extremitätenbildung an einzelnen Abschnitten stärkere Nerven erheischt. Es kommen nämlich zwei Anschwellungen zu Stande, eine Nacken- und eine Lendenanschwellung, die in einzelnen Fällen, z. B. bei Schildkröten, sehr beträchtlich sind*). Es erweitert sich an diesen Stellen die hintere Furche und bildet an der Lendenanschwellung bei den Vögeln sogar eine rautenförmige Vertiefung (*sinus rhomboidalis*), die bis in den Centralcanal hinabreicht.

In der Regel erstreckt sich das Rückenmark durch den ganzen Rückgratcanal, doch zieht es sich bei Amphibien (Frosch), Vögeln, am auffallendsten aber bei einigen Säugethieren**) durch die Ungleichmässigkeit der Entwicklung der umschliessenden und umschlossenen Theile mehr nach vorn, so dass die von ihm abgehenden Nerven für die hinteren Körperparthien eine Strecke mit im Rückgratcanal verlaufen, ehe sie ihre Austrittsstelle erreichen. Die dadurch entstehende, als *cauda equina* bezeichnete Bildung schliesst sich an die gleiche des Menschen an.

§. 48.

Peripherische Nerven.

Gehirn und Rückenmark bieten in Hinsicht auf die Verhältnisse der von ihnen entspringenden Nerven eine Anzahl äusserlicher Verschiedenheiten dar, die als Product jener zwischen den beiden Hauptabschnitten des centralen Nervensystems liegenden Differenzen erscheinen. Die Metamorphose des vordersten Abschnittes von letzterem ist nicht denkbar,

Fig. 156. *A*. Gehirn und Rückenmark von *Orthagoriscus mola* (nach Arsaky). *B*. Gehirn und Anfang des Rückenmarks von *Trigla adriatica*. (Nach Tiedemann.)

*) Sie fehlen den Schlangen gänzlich; auch den schlangenähnlichen Sauriern. Bei einigen Sauriern (z. B. *Bipes*) besteht nur die hintere, bei anderen und bei den Cetaceen nur die vordere ausgebildet.

**) z. B. bei Fledermäusen, beim Igel u. a.

ohne dass auch jener Abschnitt des peripherischen Nervensystems entsprechende Umwandlungen erlitte, und damit läuft noch parallel die zu zahlreichen verschiedenen Zwecken stattgefundene Ausbildung des gesammten vordersten Körpertheiles, des Kopfes.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass wir die vom Rückenmarke abgebenden Nerven unter einfacherem und einander gleichartigem Verhalten treffen, und in ihnen gewissermassen den Typus der Nerven erkennen müssen, sowie an demselben Körperabschnitte, auch die Elemente der Wirbelsäule ihre Einfachheit und Gleichartigkeit am meisten bewahrt haben. Durch die Gliederung des Rückgrates in Wirbel gliedern sich die übrigen animalen Systeme ursprünglich in eben so viele hinter einander liegende Abschnitte (vergl. oben vom Muskelsystem) und diese Gliederung drückt sich am Nervensysteme aus, indem es regelmässig zwischen zwei Wirbeln oder deren Aequivalenten peripherische Nerven (Spinalnerven) hervorschickt, so dass also die Zahl der letzteren im Allgemeinen jener der Wirbel entsprechen wird.

Spinalnerven. Jeder dieser Nerven kommt durch die Vereinigung von zwei discreten, von den Seitentheilen des Rückenmarks entspringenden Wurzeln zu Stande, wovon die eine von hinten kommende sensibler, die vordere motorischer Natur ist (Bell). Die sensible Wurzel bildet vor ihrer Vereinigung mit der vorderen (Fig. 158. *b*) ein Ganglion, nach welchem die Fasern sich unter einander vermischen. Eine Vermehrung der Wurzeln ändert nichts an der Gesetzmässigkeit dieser Erscheinung.

Ausserhalb des Rückgratcanales*) treten die einzelnen Spinalnerven jeder Seite unter einander in Verbindung, so dass immer ein Spinalnerv mit dem vorhergehenden, wie mit dem nachfolgenden Fasern austauscht, und im Verbreitungsbezirke eines Nerven die Fasern mehrerer Spinalnerven ihre Vertheilung finden.

Jeder Spinalnerv theilt sich in zwei Hauptäste, deren einer nach oben tritt (*R. dorsalis*), Musculatur und Haut des Rückens versorgend, ein anderer (*R. ventralis*) sich an die Seitentheile und die Bauchwand des Körpers begibt.

Bei den Fischen treffen die Spinalnerven immer auf ein *ligamentum intermusculare*. Am einfachsten ist ihr Verhalten bei Amphioxus, wo sie (von einem Sinnesnerven abgesehen) die einzigen Körpernerven vorstellen.

Die Stärke der Nerven entspricht der Ausbildung der von ihnen versorgten Theile, so dass sie z. B. bei den Fischen mit der Abnahme der Grösse des Rumpfes nach hinten gleichfalls schwächer werden. Mit dem

*) Mit dem Austritte erhalten die Nerven zugleich noch eine Umhüllung von Seiten der häutigen Hüllen des Rückenmarks (und resp. Gebirns). Diese bilden bei vielen Batrachiern dicht an der Austrittsstelle kleine mit Krystallen kohlensauren Kalkes gefüllte Säckchen (vergl. Fig. 158. *d*), die durch ihre weisse Farbe leicht in die Augen fallen.

Auftreten von Extremitäten erlangen die *Rami ventrales* der betreffenden Abschnitte eine besondere Stärke, und es bildet dann eine Anzahl *Rami ventrales* vorderer Spinalnerven (Cervicalnerven) ein Geflecht (*Plexus brachialis*), aus welchem die Nerven der vorderen Extremität sich ablösen, sowie aus einigen weiter nach hinten vor dem Becken oder im Becken entspringenden Plexus (z. B. *Pl. lumbalis*, *Pl. ischiadicus*, *Pl. sacralis*) die Nerven der hinteren Extremität hervorgehen. Es sind diese Geflechtbildungen jedoch einfach auf die typische Verbindung mehrerer Spinalnerven unter sich zurückzuführen. Die Zahl der zu jenen Geflechten verwendeten Spinalnerven ist verschieden, doch zeigt sich im Allgemeinen bis zu den Säugethieren eine unbeträchtliche Zunahme. Die speciellen Verhältnisse der Vertheilung dieser Nerven zu berücksichtigen, liegt ausserhalb des hier vorgezeichneten Planes.

Hirnnerven. Die vom Gehirne ihren Ursprung nehmenden Nerven zerfallen in zwei Abtheilungen, von denen die eine Nerven für die höheren Sinnesorgane (Auge, Ohr, Nase), die andere die übrigen umfasst. Die nicht für Sinneswerkzeuge bestimmten Hirnnerven, deren die Anatomie des Menschen neun aufzuzählen pflegt, reduciren sich in den unteren Classen, indem einzelne schwinden und deren Bezirke von anderen versorgt werden. Zum richtigen Verständnisse dieser Nerven ist nöthig, sich zu erinnern, dass am Schädel der Wirbeltypus noch nicht aufgegeben ist, indem wir einzelne Abschnitte auf Wirbel zurückführen konnten, so dass also auch die betreffenden Nerven noch den Plan der Spinalnerven werden erkennen lassen. Diese auf einer Homologie der Reihe beruhende Thatsache kann zugleich zu einer Erklärung des scheinbaren Ausfalls einzelner Nerven, wo ein Spinalnerv einen Hirnnerv vertritt, verwerthet werden.

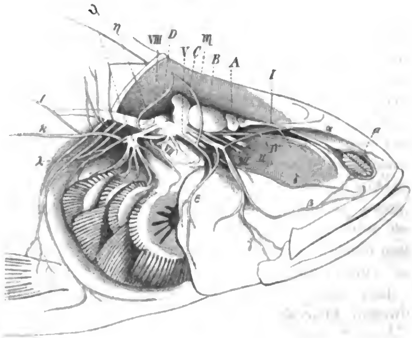
Die Augenmuskelnerven (*N. oculomotorius*, *trochlearis* und *abducens*) sind bei Fischen und Amphibien nicht sämmtlich discret. Sie fehlen den Myxinoiden vollständig, und bei Petromyzon vertritt der Trigeminus den Abducens, welches auch bei Amphibien noch der Fall ist*). Sehr stark entwickelt ist der Abducens da, wo die Zahl der Augenmuskeln vermehrt ist, wie bei den Haien, Reptilien und Vögeln, bei denen er noch die Muskeln der Nickhaut versorgt.

Der *N. trigeminus* ergibt sich als der erste nach dem Typus der Spinalnerven gebaute Hirnnerv, indem er eine motorische und eine sensible Wurzel besitzt, letztere mit einem Ganglion ausgestattet. Bei den Fischen verbindet er sich mit dem *N. facialis*, so dass letzterer als eine Vermehrung seiner motorischen Wurzeln erscheint. Durch diese Verbindung kommt eine Art von Nervengeflecht zu Stande, aus dem theils die Bahn des Trigeminus der höheren Thiere, theils jene des Facialis ver-

*) Bei den Kröten ist der Abducens als selbständiger Nerv vorhanden. Auch bei *Pipa* ist er nach Fischer discret.

folgende Aeste hervorgehen. Auch unter den Amphibien (Fig. 158) ist eine solche Vereinigung noch vorhanden, bis von den Reptilien an die Verhältnisse des Trigeminus sich der menschlichen Einrichtung nähern. Die Hauptäste des Trigeminus sind: 1. *R. ophthalmicus* (α), 2. *R. maxillaris superior* (β), 3. *R. max. inferior* (γ), die in allen Classen bestehen, und

Fig. 157.



welche bei den Fischen noch durch einen, vorzüglich aus den Facialisbestandtheilen sich zusammensetzenden 4. *R. opercularis* (ε) und 5. einen *R. lateralis* vermehrt sind. Der letztere (Fig. 157. *m*) tritt durch den Schädel nach oben und vereinigt sich mit einem Vagusaste (*n*) zu einem nahe der Rückenmitte gerade nach hinten verlaufenden Stamme, der unterwegs durch Zweige der dorsalen Aeste der Spinalnerven verstärkt wird*). Bei den meisten Säugethieren besitzt der Infraorbitalast des *R. maxillaris superior* eine beträchtliche Stärke.

Der *N. facialis* kommt als gesonderter Nerv unter den Fischen schon den Cyclostomen zu, verflicht sich bei den übrigen mit dem Trigeminus, so dass nur ein Ast, der oben erwähnte *R. opercularis*, Selbständigkeit besitzt. Es verbreitet sich dieser an die Musculatur des Kiemendeckels, und gibt auch Zweige an die Muskeln des Kiemenbogens ab. Bei den Amphibien ist er zwar noch unbedeutend, jedoch selbständig schon bei den Perennibranchiaten und Salamandrinen, während er bei den

Fig. 157. Gehirn- und Kopfnerven des Flussbarsches. *A.* Hemisphären. *B. Lobi optici. C.* Cerebellum. *D. Medulla oblongata. I. Olfactorius. II. Opticus. III. Oculomotorius. IV. Trochlearis. V. Trigeminus.* α. β. γ. ε. Zweige desselben. (Nach Cuvier.)

*) Dieser *Ramus lateralis trigemini* ist nur bei einigen Knochenfischen beobachtet. Bei diesen aber zuweilen, z. B. bei *Gadus*, mit einem weiten Verbreitungsbezirke versehen.

Batrachiern mit dem Trigeminus verbunden ist (vergl. Fig. 158). Reptilien (einige Schlangen ausgenommen) und Vögel besitzen ihn stets discret und ebenso die Säugethiere, bei denen er in die Musculatur des Gesichtes (Hautmuskeln, Muskeln der Nase) sich ausbreitet.

Die als *Chorda tympani* bekannte Verbindung mit dem Unterkieferaste des Trigeminus ist in allen Classen nachweissbar. Sie wird bei den Fischen aus jenen Zweigen dargestellt, die schon früher mit dem Trigeminus sich vermischt haben (*R. mandibularis*). Dasselbe kommt noch bei Batrachiern vor. Rein aus dem Facialis wird der *R. mandibularis* schon bei Reptilien und Vögeln gebildet.

In die Reihe der Spinalnerven tritt auch der Glossopharyngeus, der bei den Cyclostomen und Amphibien durch einen Ast des Vagus vertreten wird, der aber bei der letzteren Classe in einigen Fällen ein besonderes Ganglion bildet und so als dem Trigeminus nur beigeschlossen angesehen werden kann. Die meisten Reptilien besitzen ihn unabhängigen Ursprungs*), und nur durch seine Verzweigungen mit dem Vagus (und Hypoglossus) communicirend, welche Verbindungen, wenn auch weniger stark, noch in den höheren Classen fortbestehen.

Eine bedeutungsvolle Rolle ist dem *N. vagus* übertragen. Er besitzt bei den Fischen zwei Wurzeln, die nach ihrer Vereinigung Aeste an die Kiemen absenden (Fig. 157. *λ*), sowie solche, die zum Herzen und zum Darmcanale verlaufen. Auch die Schwimmblase wird von ihm versorgt. Der grösste Theil der sensibeln Wurzeln tritt bald vom Hauptstamme ab und begibt sich als *R. lateralis* (*k*) zum Seitencanale, längs dessen Ausdehnung dann die Verzweigung erfolgt, nachdem er vorher an das Operculum, wie an die obere Schädelgegend Aeste abgegeben**). Bei den Amphibien besteht dieser Seitennerv noch unter den Perennibranchiaten, wie auch in den Larvenzuständen der übrigen, und reducirt sich erst nach der Verwandlung derselben auf einen unbedeutenden Hautast, den man einem *Ramus auricularis* vergleichen könnte, wenn nicht ein solcher gleichzeitig mit dem *R. lateralis* vorkommend nachgewiesen wäre. Dieses den beiden untersten Wirbelthierclassen zukommende System von Seitennerven fehlt nur den Myxinoiden gänzlich, und wird auch bei Petromyzon nur zum Theile vom Vagus gebildet, denn auch der Facialis sendet (*r. recurrens*) Aeste dahin ab, die auch bei Knochenfischen (Cyprinoiden) noch vorkommen.

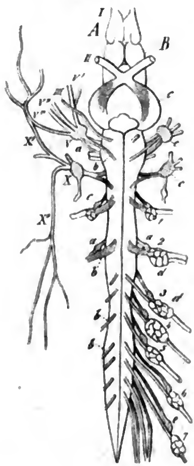
*) Eine Ausnahme hievon bilden die Crocodile, bei denen Vagus und Glossopharyngeus gemeinsam entspringen und auch in ein einziges Ganglion eingehen.

**) Die Mächtigkeit des *R. lateralis n. vagi* steht in geradem Verhältnisse zur Entfaltung des Seitencanalsystemes, so dass er, wie Stannius gezeigt hat, bei jenen des Seitencanals entbehrenden Fischen (Sclerodermi etc.) beträchtlich reducirt erscheint.

Häufig theilt er sich in einen oberflächlichen und tiefen Ast, deren Verlaufsweise von den specielleren Verhältnissen des Seitencanals abhängig ist.

In den höheren Wirbelthierclassen kommt zu dem Vagus noch ein besonderer, aus einer sehr wechselnden Zahl von Wurzeln entstehender motorischer Nerv, der seine Fasern nach der Ganglienbildung des Vagus diesem vereinigt, und so hier den Vagus noch sicherer auf die Stufe der Spinalnerven stellt. Es ist der nur den Schlangen fehlende *N. accessorius**), der somit einer motorischen Wurzel des Vagus gleichkommt. Die eigenthümlichen Ursprungsverhältnisse dieses Nerven lassen ihn nicht mehr mit einer, früher bei Fischen und Amphibien gesehenen Vaguswurzel zusammenwerfen. Ueber den Verlauf und die fernere Verästelung des Vagus ist ausser der Erwähnung des beständigen Vorkommens eines *R. recurrens* nichts Wesentliches zu erinnern, da er darin im Allgemeinen genau dem Plane folgt, den er beim Menschen beurkundet.

Fig. 158.



Der *N. hypoglossus* ist bei Fischen und Amphibien noch nicht in die Reihe der Hirnnerven eingetreten, er wird vielmehr durch den ersten Spinalnerven repräsentirt, der Zweige zum Zungenbein, Zunge und Schultergürtel entsendet. Erst bei den Reptilien tritt ein Hypoglossus als Hirnnerv auf, der sich hier wie bei Vögeln und mehreren Säugethieren durch den Besitz zweier Wurzeln an den Spinalnerventypus anreiht, bei vielen Säugethieren jedoch, wie auch beim Menschen die sensiblen Wurzeln verliert**).

Was die drei Sinnesnerven angeht, so können diese nicht gut mit den übrigen zusammengestellt werden, vielmehr bilden sie ein eigenes, durch sein embryonales Auftreten charakterisirtes System, welches mit den bezüglichen Sinnesorganen eng verbunden ist. Der **Olfactorius** besteht nur bei den Fischen und den meisten Amphibien als ein besonderer Nervenstamm, da wir die soge-

Fig. 158. Gehirn- und Rückenmark von *Rana pipiens* mit den Nervenursprüngen von unten gesehen. *A. Lobi olfactorii.* *B.* Grosshirnhemisphären. *C. Lobi optici.* *I.* Olfactorius. *II.* Opticus. *III.* Oculomotorius. *V.* Trigeminus. *V'* erster, *V''* zweiter, *V'''* dritter Ast. *X.* Vagus. *X'* Verbindungszweig mit dem Trigeminus zum Antlitznerven. *X''* Vagusast zu den Eingeweiden. 1—7 Spinalnerven. *a.* deren sensible, *b.* deren motorische Portionen. *c.* Ganglien der sensibeln Portionen *d.* Kalksäckchen an der Austrittsstelle der Spinalnerven. (Nach **Wyman**.)

*) Vergl. L. W. **Bischoff**, *Nervi accessorii Willisii anat. et phys. diss. Heidelb.* 1832.

) Nach **Mayer (*Nov. act. acad. Leop. Car. T. XVI.* 1833) ist auch beim Menschen hin und wieder eine ganglientragende Wurzel zu beobachten.

nannten Riechkolben der höheren Wirbelthiere, die gewöhnlich als Geruchsnerven aufgeführt werden, auf die *Lobi olfactorii* des Fisch- und Amphibiengehirnes zurück führten. Somit sind als Riechnerven nur die aus eben jenen Loben hervorgehenden Fasern anzusehen, die sich da, wo jene der Ausbreitungsfläche der Nerven nahe liegen, nicht erst in einen besondern Stamm sammeln, sondern sogleich aus dem Kolben in die Riechschleimhaut eingehen (Selachier, Vögel, Säugethiere).

Der *N. opticus* zeigt in seinem Verlaufe einige bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten, unter denen die »Kreuzung« obenansteht. Während bei den Cyclostomen der Opticus jeder Seite zu dem betreffenden Auge verläuft, und nur nahe an seinem Ursprunge eine Commissur zu dem der andern Seite hinüberläuft, ist bei den übrigen Wirbelthieren ein Austausch zwischen den Fasern beider Sehnerven zur Regel geworden, und es gelangt bald ein Theil, bald alle Fasern eines Sehnerven zu dem Auge der anderen Seite. — Eine vollständige Durchkreuzung neben der Commissur trifft sich bei den Knochenfischen: Der Opticus des rechten Auges tritt zum linken, der des linken zum rechten, indem der eine über oder unter dem andern hinwegläuft. Seltener tritt der eine Opticus durch eine Spalte des andern hindurch (z. B. bei Clupea). Bei Selachiern und Ganoiden scheint eine theilweise Kreuzung vorzukommen, und so verhalten sich auch im Allgemeinen Reptilien, Vögel und Säuger*).

Der *N. acusticus* ist mit dem Auftreten eines Facialis immer mit diesem verbunden, und da, wo der Facialis mit dem Trigeminus vereinigt ist, jener Wurzel angeschmiegt, die dem Facialis entspricht.

Eingeweidenervensystem. Der allgemeine Plan des Eingeweide- oder sympathischen Nervensystemes beruht auf der Abgabe von Zweigen der Spinalnerven oder spinalartigen Hirnnerven zu den Eingeweiden, und auf der Verbindung dieser *Rami intestinales* durch sogleich nach ihrem Ursprunge stattfindende Längscommissuren, in welche Ganglienmassen sich einfügen. Durch die Verschmelzung sämmtlicher Wurzeln zu einem Strange kommt der sogenannte Gränzstrang des Sympathicus zu Stande, der vom Kopfe an continuirlich zu beiden Seiten der Wirbelsäule hinzieht, und der in seiner Stärke wie im Volum seiner Ganglien und in der Verschmelzung der letzteren vielfache Abstufungen darbietet, so dass bald seine Masse, bald seine als *Rami intestinales* erscheinenden Wurzeln überwiegen und dann die letzteren, indem sie sich direct zu den Eingeweiden begeben, nur in einfachster Weise durch *Rami communicantes* unter einander in Verbindung stehen. Diese Vereinigung durch Schlingenbildung ist dann auf die gewöhnliche, allen Spinalnerven,

---

*) Die blätterige Structur der Sehnerven ist bei einigen Fischen (z. B. dem Thunfisch) und bei den Vögeln bemerkenswerth. Von den letzteren sind namentlich die Raubvögel mit einer grossen Anzahl von Opticus-Falten ausgezeichnet.

folglich auch den nach diesem Typus gebauten Hirnnerven zukommende Verbindungsweise zurückzuführen.

Aus den einzelnen, sei es direct zu den Eingeweiden tretenden, sei es erst sich in einen Gränzstrang begebenden Wurzeln des Sympathicus, sammeln sich grössere für die Hauptabschnitte der Eingeweide bestimmte Nervenstämme, die als *nn. cardiaci, splanchnici, hypogastrici* bekannt, in der Regel sich unter einander verflechten und so ein die bezüglichen Eingeweidemassen (Darmcanal mit seinen accessorischen Organen, Herz und Gefässe, Respirationsorgane, Harn- und Geschlechtsapparat) begleitendes, in grössere oder kleinere Abschnitte zerfallendes Nervennetzwerk darstellen, in welches verschieden entwickelte Ganglien eingebettet sind *).

In dieser Auffassung ergibt sich der gesammte Sympathicus nur durch die Wiederholung einer und derselben Erscheinung von Seiten der Cerebrospinalnerven längs der ganzen Wirbelsäule entstanden, und die an einzelnen Abschnitten auftretenden Verschiedenheiten stellen sich nur als Modificationen desselben Planes heraus, ähnlich wie die einzelnen Segmente (Wirbel) der Wirbelsäule selbst an den verschiedenen Körpertheilen nach differenten Richtungen umgewandelt sich zeigten.

Die wichtigsten Modificationen lassen sich in Folgendem vorführen: Bei den Cyclostomen ist ein Sympathicus bis jetzt noch nicht mit Bestimmtheit beobachtet, vielmehr erscheint ein solcher vom Vagus vertreten, und bei den Myxinoiden entsteht aus beiden Vagis am Magen ein unpaarer *R. intestinalis*, der bis zum After zu verfolgen ist**).

Der auf die oben geschilderte Weise gebildete Stamm des Sympathicus liegt bei den Fischen mit seinem Kopftheile ausserhalb des Schädelgerüstes und verbindet sich mit allen den hier zum Vorschein kommenden Hirnnerven, an der Verbindungsstelle in der Regel ein Ganglion bildend. Die Zahl dieser Ganglien schwankt, da mehrere von ihnen unter einander verschmelzen. Das feinere Verhalten weicht im Grossen wenig von dem allgemeinen Plane ab. Bei den Amphibien verläuft der Kopftheil vom Ganglion des Trigeminus aus in der Schädelhöhle, und verlässt diese, um mit dem Ganglion des Vagus sich zu verbinden. Auch unter den Reptilien geht der Kopftheil vom Trigeminus aus und zwar von einem durch den zweiten Ast (Fig. 159. 160. *V''*) gebildeten Geflechte beginnend. Daraus läuft ein Stämmchen (Fig. 160. 7) durch den *Canalis*

*) Eine Vergleichung dieses Eingeweidenervensystemes mit jenen der Wirbellosen ist ebenso unstatthaft, wie die Vergleichung des Bauchmarks der Gliederthiere mit dem Rückenmarke der Vertebraten. Mit der Aenderung des Planes kommen auch neue Einrichtungen zum Vorschein, die, soweit sie von der Planmodification abhängig sind, keine morphologischen Vergleichungsmomente mit anderen von einem anderen Plane beherrschten Organisationen darbieten.

**) Bei Petromyzon nimmt Stannius einen Sympathicus an, dessen Fasern aus dem die *Venae vertebrales* begleitenden Fettkörper hervortreten.

vidianus, um sich mit dem Facialis (*VII*) zu verbinden, oder durch diesen zu dem mit dem Glossopharyngeus (*IX*) vereinigten *Ganglion cervicale supremum* (*a*) zu begeben, von wo aus wiederum *Rami communicantes* mit dem Facialis und Vagus bestehen. Der auf diese Weise als Verbindungstheil zwischen den Hirnnerven gebildete Anfang des Sympathicus wird bei den Schlangen fernerhin unterbrochen, indem die zwischen den Intestinalzweigen der Spinalnerven bestehenden *Rami communicantes* äusserst gering entwickelt sind (Fig. 159. *I' II' III'*); ein Theil geht auch in den Vagus über, der mit am Darmcanale herablaufend, wie bei den Cyclostomen, die Rolle des Sympathicus übernommen zu haben scheint. Ein solcher Uebergang des Kopftheiles vom Sympathicus in die Vagusbahn ist auch bei einigen Sauriern sehr auffallend, indem ein oberflächlicher Stamm mit dem Vagus bis nahe zum ersten Brustganglion herabverläuft.

Fig. 159.

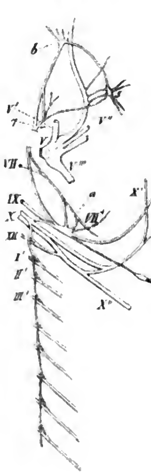
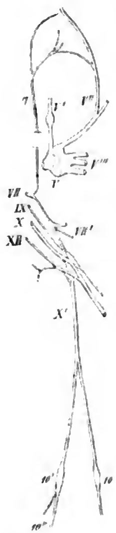


Fig. 160.



Bei den Vögeln beginnt der Sympathicus gleichfalls aus den Verbindungsschlingen der Hirnnerven und zwar erscheinen hier auch die Nerven der Augenmuskeln betheiligt, während das specielle Verhalten, wie auch der gesammte Sympathicus der Säugethiere nur unwesentliche Verschiedenheiten vom menschlichen Baue besitzt*).

Fig. 159. Vorderer Abschnitt des Nervus sympathicus von *Python tigris*. *V. N. trigeminus.* V' Erster und Ganglion für den zweiten (V'') und dritten Ast (V'''). *VII. Nervus facialis.* *VII'* Muskelast desselben. *IX.* Glossopharyngeus. *X.* Vagus. *X'* Zum Zungennerv. *X''* Halstheil des Vagus. *XII.* Hypoglossus. *I' II' III'* Spinalnerven. *a. Ganglion cervicale supremum* am *N. glossopharyngeus.* *b. Ganglion sphenopalatinum.* 7. *Nervus vidianus.* (Nach Joh. Müller.)

Fig 160. Kopftheil des Sympathicus von *Podinema teguixin.* *X'* Halstheil des Vagus. 10. *Ganglion cervicale inferius* des Vagus. 10' *Gangl. cerv. infer.* des Sympathicus. 10'' Brusttheil des Sympathicus. Die übrigen Bezeichnungen wie in Fig. 159. (Nach J. Müller.)

*) Von den wichtigsten vorzüglich das peripherische Nervensystem betreffenden Schriften sind folgende anzuführen: J. G. Fischer, *Amphibiorum nudorum neurolo-*

Mit dem sympathischen Nervensysteme müssen noch Organe besprochen werden, die, wie ihre Name: »Nebennieren« besagt, anscheinend wenig mit dem Nervenapparate Verwandtes aufweisen; die durch die Benennung ausgedrückten Beziehungen gehen jedoch nicht weiter als auf die Lage, welche die in Rede stehenden Gebilde in den höheren Classen in der Nähe der Nieren, über denselben einnehmen, so wie paarige Organe vorstellen. Bei den Fischen und Amphibien sind sie in grösserer Anzahl vorhanden und stehen in enger Beziehung mit den Ganglien des Sympathicus. Sie sind entweder als gelbliche oder weissliche Körperchen über eine grössere Strecke zerstreut oder mehr unter einander vereinigt, letzteres namentlich bei Reptilien, bei denen sie in der Nähe der Niere zu finden sind*). Zum Nervensystem verhalten sie sich entweder dergestalt, dass eine fettzellenhaltige Masse je ein Ganglion umschliesst, oder sich doch enge an dasselbe anfügt, wie dies z. B. bei den Nebennieren der Fische sich trifft, oder dass zahlreiche Nerven in eine von einem Ueberzuge fetthaltiger Zellen gebildete Kapsel (der Corticalsubstanz) eintreten und dort sich zwischen Zellen verlieren, welche die sogenannte Marksubstanz vorstellen.

§. 49.

b) Von den Sinnesorganen.

Die Organisation der höheren Sinneswerkzeuge, wie Geruch-, Gehör- und Gesichtsorgane, erscheint bei allen Wirbelthieren nach demselben Plane angelegt, und es ergeben sich bei diesen verhältnissmässig nur geringe Unterschiede für die einzelnen Classen. Gering sind diese Verschiedenheiten deshalb, weil sie immer innerhalb der Breite einer und derselben Entwickelungsreihe liegen, so dass man sie sämmtlich, wenigstens in ihren wesentlichen Momenten, auf Entwickelungszustände zurückführen kann. Die stete Verbindung der höheren Sinnesorgane mit dem Kopfe, sowie der Ursprung ihrer Nerven aus dem Gehirne, ergeben sich als Unterschiede von den analogen Werkzeugen niederer Thiere.

---

giae specimen. Berol. 1843. Derselbe, die Gehirnnerven der Saurier, Hamburg 1852. Stannius, das peripherische Nervensystem der Fische 1849. C. Vogt, Beiträge zur Neurologie der Amphibien. Denkschrift d. schweiz. Gesellsch. d. Naturf. 1840. E. H. Weber, *Anatomia comparata N. symp. Lips.* 1817. Volkmann, die Kopfnerven des Frosches in Müll. Archiv. 1838. Wyman, *Anatomy of the nervous system of Rana pipiens. Smiths. instit.* 1853.

*) Die zuerst von Bergmann aufgestellte Auffassung der Nebennieren als Theile, die dem Nervensystem angehören, ward durch Leydig fester begründet, und auch Stannius pflichtet ihr bei. — Was die Lage dieser Theile specieller angeht, so finden sie sich bei Proteus und Salamandra als gelbweisse Knötchen längs den hinteren Vertebralvenen. Bei den Rochen sind sie als »Axillarherzen« schon länger bekannt gewesen.

Was den Gefühlsinn angeht, so erscheint dieser hier nur in seltenen Fällen an distincte Organe gebunden und die mannichfaltigen, den wirbellosen Thieren zukommenden, als Fühlapparate functionirenden Anhänge des Körpers (Antennen der Gliederthiere und Ringelwürmer, Fühler der Mollusken, Tentakel der Quallen u. s. w.) sind bei den Wirbelthieren verschwunden und werden functionell durch besondere Einrichtungen wie z. B. der Gliedmaassen vertreten. Ueberdies bestehen noch verschiedene andere Apparate, welche, dem Integumente angehörig, zur Vermittelung einer Tastempfindung beitragen, ohne als selbständige Organe betrachtet werden zu können. Die Verkümmerung von Tastorganen wird durch die hohe Entfaltung der übrigen Sinneswerkzeuge aufgewogen, so dass wir in der Bildung der ersteren die Aeusserung einer niederen Organisationsstufe erkennen dürfen.

Bei einer speciellen Betrachtung der als Tastorgane functionirenden Gebilde haben wir vor Allem das allgemeine Körperintegument zu unterscheiden, indem durch dieses an den verschiedensten Stellen Tastempfindungen vermittelt werden können. Es werden aber durch denselben Körpertheil auch noch manche andere Empfindungen dem Geschöpfe ermöglicht, so dass wir die Haut als allgemeines Gefühlsorgan, Wärme und Kälte, sowie viele andere Zustände der umgebenden Medien wahrnehmend, ansehen müssen.

Während bei den höheren Wirbelthieren, Reptilien, Vögeln und Säugethieren, das Integument nur durch seinen Nervenreichthum sich auszeichnet, ohne dass an den Nerven, ausser den in den Cutispapillen gelegenen Tastkörperchen, besondere, einer Empfindung vorstehende Einrichtungen vorhanden wären, sehen wir die Haut der Fische äusserst reichhaltig an complicirten, mit Nerven in Verbindung stehenden Organen, welche nach dem heutigen Stande der Wissenschaft wohl einem allgemeinen Gefühlssinne vorstehend gedeutet werden dürfen. Diese eigenthümlichen, höchst merkwürdigen Gebilde, welche uns vorzüglich durch Leydig's Arbeiten bekannt geworden sind, wurden früher als »schleimabsondernde Organe«, »Schleimcanäle« angesehen. Sie bestehen theils als einfache, über die Haut vertheilte Säckchen, die unter einander in keinem Zusammenhange stehen, und von denen jedes entweder aus einem einfachen Follikel, fast wie eine Drüse, oder aus Gruppen von Follikeln dargestellt wird, theils werden sie durch ein System zusammenhängender Röhren dargestellt, welche, in regelmässiger Vertheilung in der Haut verlaufend, an bestimmten Stellen nach aussen mündende Seitenzweige abgeben. Diese beiden Formen sind auf einander zurückführbar, und es können die einfachen, unverästelten Schläuche nicht selten gleichfalls als lange Canäle erscheinen. In das Innere der einfachen Schläuche treten Nerven, welche dort mit zelligen, in ampullenartigen Erweiterungen liegenden Elementen in Verbindung stehen. Es ist somit wesentlicher Charakter der genannten Canäle, die Endigungen von zahlreichen Nerven aufzunehmen, und darin, sowie in der Art der Endigung

der Nerven, kommen sie mit anderen bestimmt als Sinneswerkzeuge erkannten Organen überein. Das System der unzusammenhängenden Schläuche ist bald über den Körper vertheilt, bald nur an beschränkten Körperstellen vorkommend. Die Myxinoiden besitzen an beiden Seiten des Körpers eine Reihe solcher Säckchen und bei den Stören sind sie am Kopfe erkannt worden. Eine viel grössere Ausdehnung und damit auch wichtigere Bedeutung kommt dem verzweigten Röhrensysteme der »Schleimcanäle« zu. Sie haben ihre vorzüglichste Ausbreitung am Kopfe und sind namentlich bei Selachiern mächtig entwickelt, wo sie mit zahlreichen grösseren oder kleineren Oeffnungen besonders auf der Unterseite der Schnauze ausmünden*). Dieses Röhrensystem nimmt einen bestimmten, für die einzelnen Gattungen charakteristischen Verlauf, meist Augen, Nasengruben und Mund in regelmässiger Anordnung umziehend, und setzt sich, besonders bei Knochenfischen deutlich, an jeder Seite des Körpers in die sogenannte Seitenlinie fort, wo es mit zahlreichen Zweigen ausmündet.

Sowohl bei Knochenfischen, als auch bei Ganoiden (wie z. B. bei den Stören) erhalten die Verzweigungen dieses Canalsystemes eine besondere Stütze durch knöcherne Bildungen. Diese erscheinen entweder als modificirte Schuppen, wie die Schuppen der Seitenlinie der Knochenfische, oder es sind Ossificationen der Wandungen des Canalsystems selbst, wofür gleichfalls verschiedene Knochenfische als Repräsentanten gelten. Hautknochen bilden auch einen Stützapparat für die Vertheilung des Canalsystemes am Kopfe, und stellen entweder rinnenförmig nach aussen geöffnete, oder canalartig geschlossene Knochenplättchen vor, in welchen die Nervenknöpfe des Schleimcanalsystemes sich bergen. Die Nerven, von denen die eben beschriebenen Organe versorgt werden, sind Zweige des *N. trigeminus*, sowie Aeste des *N. vagus*. Es ist namentlich der *Ramus lateralis* des letztern, welcher für die Seitencanäle bestimmt ist.

Es ist schon aus der Mannichfaltigkeit dieser Einrichtungen ersichtlich, dass vorläufig von der speciellen Deutung derselben abgesehen werden muss, so dass wir nur deren Beziehungen zum Nervensysteme als einen morphologischen Anhaltspunkt berücksichtigen können. Wir finden nämlich alle diese Einrichtungen darauf angelegt, die in zellige Elemente (Ganglienzellen) auslaufenden Nervenenden der Oberfläche näher zu bringen, und können dadurch diese Verhältnisse mit den bei den übrigen Wirbelthieren in der Haut vorkommenden eigenthümlichen Nervenendi-

*) Dieser Apparat zerfällt selbst bei Individuen in mehrere verschieden gebaute Abschnitte, die jedoch alle demselben Plane folgen. Bei den Rochen besteht der auf der ventralen Seite des Kopfes liegende Theil aus zahlreichen kurzen Follikeln (*Appareil folliculaire Savi's*), während der auf der oberen Fläche sich vertheilende lange in Bündeln bei einander liegende Röhren besitzt. (Vergl. Fig. 167. *A*.)

gungen einigermassen vergleichen. Doch wird ein bestimmter Aufschluss erst von späteren Forschungen abzuwarten sein*).

Als besondere unter sich in keinem morphologischen Zusammenhange stehenden Tastapparate der Wirbelthiere können folgende angeführt werden. Was zuerst die Fische betrifft, so finden sich bei vielen in der Nähe des Mundes stehende »Barteln«, die jedoch sicherlich ebenso gut als Lockapparate fungiren. Sie finden sich bei Welsen, manchen Cyprinoiden, Stören etc. Bei den Triglen fungiren einige von den Brustflossen abgelöste nervenreiche Strahlen vorzugsweise als Tastorgane. Bei den Vögeln hat der Tastsinn nicht selten seinen Sitz in der weichen Spitze des Schnabels; so bei den Schnepfen, Enten etc. Und endlich bei den Säugethieren finden wir als Tastapparate steife, borstenähnliche, an der Oberlippe, oder auch über den Augen stehende Haare, die nicht allein beträchtlich verlängert sind, sondern auch durch den Nervenreichthum ihrer Follikel vor den übrigen Haarbildungen ausgezeichnet erscheinen**). Bei den Quadrumanen ist der Tastsinn vorzüglich auf die Extremitäten localisirt und schliesst sich dadurch an die beim Menschen bestehenden Verhältnisse an.

Als **Geschmacksorgan** dient unter den Wirbelthieren im Allgemeinen die Zunge. Nur bei den Fischen scheinen andere Verhältnisse obzuwalten, indem hier die Zunge eine sehr geringe Entwickelung zeigt, so dass dieser Sinn hier wohl am wenigsten entfaltet ist. Eine grössere Entwickelung der Zunge finden wir bei den Amphibien, mit Ausnahme von Pipa. Bei den übrigen erscheint die Zunge als ein fleischiges, musculöses Organ, dessen Thätigkeit jedoch auch bei anderen Functionen, so z. B. beim Schlingen von Bedeutung ist. Noch untergeordneter für den Geschmackssinn erscheint die Zunge der Reptilien, indem sie mit Ausnahme der Landschildkröten und Crocodile meist einen derben, bei vielen sogar Schuppen darstellenden Epithelüberzug trägt. Dieselbe geringe Bedeutung der Zunge für den Geschmacksinn gilt auch von der Zunge der Vögel, bei denen nur die Papageien eine Ausnahme bilden. Unter den Säugethieren finden wir durch die Entwickelung von Papillenbildungen, besonders an ihrem hinteren Ende, schon bestimmtere, die Geschmacksempfindung vermittelnde Einrichtungen, und es sind namentlich die *Papillae vallatae* auf der Zungenwurzel, welche, hier zum erstenmal auftretend, an die menschliche Zungenbildung erinnern***).

---

*) Ueber die Schleimcanale der Knochenfische ist vorzuglich anzufuhren: F. Leydig in Müller's Archiv 1850 u. 1851.

**) Die Tasthaare der Säugethiere sind vorzüglich bei den nächtlichen in hoher Ausbildung und scheinen wie Sonden zu fungiren. — Bei den Chiropteren hat man der Flughaut ein besonderes Tastvermögen zugeschrieben, wofür namentlich Spallanzani's Versuche mit geblendeten Fledermäusen maassgebend waren.

***) Am wenigsten sind diese Papillen bei den Edentaten entwickelt. Manche der letzteren besitzen deren nur zwei, und unter den Beutelthieren sind die Kängurus mit nur einer Papille versehen.

Als Geruchsorgane bestehen bei allen Wirbelthieren deutlich ausgebildete, vorne am Kopfe über der Mundöffnung gelegene Gruben, welche bald nur flache Vertiefungen darstellen, jenen ähnlich die be den Cephalopoden erwähnt sind, bald schlauchartig in den Kopf sich fortsetzend, mit besonderen Höhlen in Verbindung treten, welche dann sogar mit der Mundhöhle communiciren können. Man kann so Nasengruben und Nasenhöhlen unterscheiden. Beide, wenn auch in den Extremen ihrer Bildung sehr differenten Einrichtungen, beruhen auf dem gleichen Principe, welches in einer Oberflächenvermehrung und in der Herstellung einer directen Communication zwischen dem umgebenden Medium und der die Endigungen von Nerven tragenden Schleimhautausbreitung seine Basis hat. Alle Organisationsdifferenzen der Geruchsorgane sind lediglich Modificationen dieses Planes. Charakteristisch ist das Vorhandensein von Cilien auf der Oberfläche oder auch in nächster Nähe des geruchempfindenden Theiles, sowie eigenthümliche Modificationen von Nervenendigungen, nämlich solche in Stäbchenform*). Mit Ausnahme von Amphioxus und den Cyclostomen ist das Geruchsorgan überall paarig angelegt. Bei Amphioxus erscheint es als eine flache, nur linkerseits vorkommende Grube, welche direct mit dem vorderen Ende des Centralnervensystems verbunden ist. Unter den Cyclostomen ist bei Petromyzon eine einfache, oben am Kopfe ausmündende, hinten meist erweiterte, aber blind geschlossene Nasenhöhle vorhanden (vergl. Fig. 134. *A g g' g''*), deren Wandungen zum Theile durch Knorpelmassen gebildet werden. Fast nach Art einer Trachea angeordnete Knorpelringe stützen das einfache Nasenrohr der Myxinoiden, bei welchen vom Ende der Nasenkapsel aus ein Canal den Gaumen durchbohrt und durch eine dort befindliche Klappenvorrichtung verschlossen werden kann. Durch die Verbindung mit der Mundhöhle schliesst sich hier das Geruchsorgan von Lepidosiren an, bei welchem Fische zugleich noch eine besondere knorpelige Stütze für die beiden durch Falten ausgezeichneten Nasenhöhlen besteht. Alle übrigen Fische besitzen nur wenig vertiefte Nasengruben. in denen eine in regelmässige Falten angeordnete Schleimhaut sich ausbreitet. Die Falten besitzen theils einen radiären Verlauf, theils sind sie einander parallel gelagert. In der Stellung der Nasengruben findet man zahlreiche Modificationen, sowie auch die Ränder derselben sehr verschieden gebildet sind. Häufig ist jede Nasengrube durch eine über sie wegziehende Hautleiste in zwei meist ungleiche Hälften getheilt**);

---

*) Für das Geruchsorgan in der Wirbelthierreihe durch M. Schultze nachgewiesen. Vergl. Monatsberichte der Berliner Academie 1857.

**) Dadurch kommt bei vielen Fischen für jede Nasengrube eine doppelte Oeffnung zu Stande. Mit einer grösseren Breite der nicht selten auch noch durch knöcherne Bildungen gestützten Brücke können die beiden je in eine Nasengrube führenden Oeffnungen weit von einander entfernt liegen, wie dies z. B. bei den Aalen der

oder es wölbt sich der Hautrand an einer Stelle deckelartig über die Nasengrube hinweg, so dass die letztere durch ihn verschlossen werden kann *).

Die bei den Cyclostomen (Myxinoiden) und Dipnoi vorhandene Communication der Nasenhöhlen mit der Mundhöhle findet sich bei allen luftathmenden Wirbelthieren vor. Sehr einfach treffen wir die ganze Einrichtung bei den Amphibien, bei denen jede Höhle einen Canal vorstellt, der zuweilen höhlenartige Erweiterungen aufweist und in Faltungen der Schleimhaut die Endigungen des Riechnerven trägt. Die inneren Mündungen liegen bei den Perennibranchiaten noch innerhalb der Lippen, während sie bei den übrigen weiter nach hinten rücken und bei den Fröschen und Salamandern vom Oberkiefer und Gaumenbein begrenzt werden. Bei den Reptilien treten durch deutliche Muschelbildungen Complicirungen des Geruchsorganes ein, welche vorzüglich eine Flächenvergrösserung bezwecken und somit den bisher beobachteten blossen Schleimhautfalten entsprechend sind. Die Nasenmuscheln als knorpelige, von den Seitenwänden der Nasenhöhle ausgehende Stützen der Schleimhaut sind bei den Crocodilen und Schildkröten am meisten entwickelt und bezeichnen so die Richtung der von nun an die Wirbelthierreihe durchlaufenden Organisation der Nasenhöhle, während bei den übrigen Reptilien eine Vergrösserung der Oberfläche meist nur durch Erweiterung der Nasenhöhle und durch faltige Vorsprünge der Schleimhaut erreicht wird. Die äusseren, bei den Crocodilien und den im Wasser lebenden Schlangen durch Klappen verschliessbaren Nasenöffnungen ergeben in ihren Lagerungsverhältnissen nur geringe Differenzen: sie finden sich fast immer nahe an der Schnauzenspitze, indessen die inneren Oeffnungen bald gerade vom Grunde der Nasenhöhle aus nach abwärts zum Gaumen treten, wie bei Schlangen, Eidechsen und Schildkröten, bald noch canalartig weit nach hinten laufen, wie bei den Crocodilen.

Das Geruchsorgan der Vögel ist durch die vollkommenere Ausbildung der bei den Reptilien zum erstenmale angelegten Muscheln ausgezeichnet, deren man drei unterscheiden kann. Sie sind in der Regel ungleich entwickelt; einzelne stellen bald einfache Leisten vor, bald erscheinen sie als vielfach gebogene Knorpellamellen. Das obere Paar ist am meisten bei den Raubvögeln, das mittlere bei Hühnern, das untere bei den Singvögeln ausgebildet. Die äusseren Nasenöffnungen sind an verschiedenen Stellen angebracht, in der Regel an der Wurzel des Schnabels, seltener an die Spitze desselben rückend, wie bei Apteryx. Beide Oeffnungen können auch in eine gemeinsame zusammenfliessen, die

Fall ist. Die eine Oeffnung liegt hier vorne am Maule, die andere in der Nahe des Auges, bei einigen sogar über das Auge gerückt. — Durch Wulstungen des Hautrandes der Nasengruben entstehen röhrige Bildungen.

*) Bei Selachiern.

dann röhrenförmig vorsteht, wie bei den Sturmvögeln. Zuweilen fehlt auch die Scheidewand der Nasenhöhlen eine Strecke weit am Eingange derselben, wodurch dann die *nares perviae* zu Stande kommen. Die inneren Oeffnungen sind in der Regel enge und eine Strecke weit gemeinsam.

Bei den Säugethieren bringt die grössere Entfaltung des Siebbeines, namentlich von dessen Seitentheilen, einige Modificationen des Geruchsorganes hervor. Zugleich verbindet sich mit den innern Geruchsorganen noch eine Anzahl äusserer Gebilde, welche den Eingang der Nasenhöhle bedecken und schützen und welche bei beträchtlicherer Ausbildung sogar noch anderen Functionen dienen können. Die beiden Nasenhöhlen werden durch die senkrechte Siebbeinlamelle und das Pflugscharbein getrennt, vor welches noch eine knorpelige Nasenscheidewand tritt, die sich, oben nach beiden Seiten ausbreitend, auch an der Bildung der äusseren Nase betheiligen kann und zuweilen sogar eine röhrenförmige Verlängerung der Nase bedingt (die Spitzmäuse und die bärenartigen Raubthiere gelten als Beispiele hierfür). Bei anderen, z. B. den Wiederkäuern, finden sich besondere discrete Knorpelstücke. Eigenthümliche Bildungen der äusseren Nase finden sich bei den tauchenden Säugethieren, indem hier ein die Nasenöffnungen verschliessbarer Klappenapparat hinzutritt, der auch durch einen besonderen Schliessmuskel vertreten sein kann (Seehunde). Durch eine beträchtliche Verlängerung der knorpeligen Stützen der äusseren Nase entstehen Rüsselbildungen, beim Schweine, Tapir, auch beim Maulwurfe ausgebildet, am meisten jedoch beim Elephanten entfaltet, wo dies Organ zugleich als Tast- und Greifwerkzeug functionirt. Die Muskeln, welche auch bei einfacher äusserer Nase zur Bewegung der Nasenflügel vorhanden sind und bei dem Bestehen eines Klappenverschlusses stärker entwickelt erscheinen, sind bei der Rüsselbildung beträchtlich vermehrt. Es sind theils solche, welche, vom Oberkiefer entspringend, sich längs des ganzen Rüssels ausstrecken, theils sind es kleinere Quer- oder Längsmuskeln, deren Zahl beim Rüssel des Elephanten eine ausserordentliche ist*).

Die eigentliche Nasenhöhle ist in ihrer Mitte beträchtlich erweitert und birgt hier die drei Muscheln, von denen die beiden oberen dem Siebbeine angehören, während die untere eine selbständige Knochenlamelle zur Grundlage hat. Alle drei erscheinen als eingerollte, gebogene Lamellen, und die untere ist in der Regel noch mehrfach getheilt, so dass durch sie die bedeutendste Flächenvergrösserung zu Stande kommt. Solches findet sich bei den Carnivoren, aber auch bei verschiedenen Nagethieren (Lepus, Castor, Sciurus). Die inneren Oeffnungen der Nasenhöhle (die Choanen) münden in der Regel ziemlich weit nach hinten.

*) Es lassen sich bis 40,000 einzelne Muskelbündel unterscheiden.

Eine abweichende Einrichtung zeigt die Nase der Walthiere, welche zu einem Spritzorgane umgewandelt erscheint. Die äussere, auf der Oberfläche der Schädelhöhle gelegene Nasenöffnung ist entweder einfach (Delphine), oder doppelt (Walfische), und führt, senkrecht absteigend, in den Spritzcanal, der durch einen Schliessmuskel von der Gaumenhöhle abgeschlossen werden kann. Der untere Abschnitt des Spritzcanales besitzt eine Scheidewand, wodurch die doppelte Nasenhöhle repräsentirt wird, und in besonderen, mit dem Spritzcanale in Verbindung stehenden Höhlen liegt ein doppelter Spritzsack verborgen, der durch Klappen von der ersteren geschieden wird.

Die Ausbreitung des Riechnerven findet wie bei den Vögeln an den oberen Muscheln, sowie den oberen Theilen der Nasenscheidewand statt.

Die Nasenhöhle steht bei den Säugethieren mit einer Anzahl in verschiedenen Knochen des Schädels liegender Höhlen in Verbindung, von denen vorzüglich die *Sinus frontales**) hervorzuheben sind. Es sind im Stirnbein liegende, bald einfache, bald in kleinere Abschnitte getrennte Cavitäten, die bei Wiederkäuern mächtiger entwickelt sind. Andere Communicationen finden mit der Höhle des Keilbeins statt, sehr entwickelt z. B. beim Elephanten, und endlich bestehen auch Verbindungen zwischen der Nasenhöhle und den *Sinus maxillares***) bei Wiederkäuern.

Mit den Geruchsorganen kommen in grosser Verbreitung besondere Drüsen vor. Solche Nasendrüsen finden sich bei den Schlangen, auch bei manchen Sauriern und den Crocodilen, bei den ersteren äusserlich dem Oberkiefer anliegend, bei den letzteren in eine Höhle des Oberkiefers eingeschlossen. Eine äussere Nasendrüse, bald auf den Stirnbeinen, bald auf den Nasenbeinen gelegen, findet sich auch bei Vögeln, während sie bei den Säugethieren bei dem Bestehen von *Sinus maxillares* in diese eingebettet ist. —

Das G e h ö r o r g a n zeigt von den einfachen, bei den wirbellosen Thieren verbreiteten Formen an eine grosse Reihe verschiedener Bildungsstufen, die jedoch sämmtlich einem morphologischen Plane angehören. Den Ausgangspunct bildet hier eine mit Flüssigkeit gefüllte, Con-

---

*) Eine Verbindung der Nasenhöhle mit Stirncavitäten wird auch bei einigen Vögeln (Enten) angegeben.

**) Bei verschiedenen Säugethieren finden sich noch besondere Verbindungscanäle zwischen Nasen- und Mundhöhle. Der von der knöchernen Nasenhöhle den Zwischenkiefer durchbohrende Canal, bei vielen durch die Schleimhautüberkleidung verschlossen, ist bei anderen, namentlich bei Wiederkäuern, ziemlich weit und steigt schräg von hinten nach vorne abwärts. Man hat diese Canäle als S t e n s o n'sche Gänge bezeichnet. Mit ihnen stehen in Verbindung die sogenannten J a c o b s o n'schen Organe, welche am Boden der Nasenhöhle befindliche, vom Knorpel der Nasenscheidewand theilweise umgebene Gänge darstellen und vorne in die Stenson'schen Gänge übergehen, so dass die letzteren als die Fortsetzung der ersteren betrachtet werden können.

cremente oder Crystalle von kohlensaurem Kalk (Otolithen) enthaltende Blase, an deren Wandungen der Gehörnerv tritt, eine Bildung also, die sich enge an jene anschliesst, welche wir bei niederen Thieren (Cölenteraten, Würmer und Mollusken) antrafen. Dieses paarige Gehörbläschen gibt für den allen Wirbelthieren, mit Ausnahme von Amphioxus, zukommenden, als Labyrinth bezeichneten Abschnitt des Gehörorgans den Grundtypus ab, aus welchem sich die complicirteren Formen mit halbkreisförmigen Canälen und später auch Schnecke hervorbilden. So besteht das Gehörorgan bei den Fischen und zum Theile auch noch bei Amphibien, während bei anderen Amphibien eine von der Rachenhöhle aus sich bildende Ausstülpung als Paukenhöhle einen neuen Abschnitt darstellt, bis endlich, bei Reptilien angedeutet, mehr bei Vögeln entwickelt, und am vollständigsten bei Säugethieren ausgebildet, noch ein äusseres Ohr hinzutritt. Durch das letztere wird dann das Gehörorgan nicht allein mit der Aussenwelt in directe Verbindung gesetzt, sondern es wird dadurch auch ein schallleitender Apparat beigegeben.

Die einfachste Form des Labyrinthes ist bei den Cyclostomen vorhanden und wird bei den Myxinoiden nur durch einen kreisförmigen Canal dargestellt, der einem Vestibulum und einem der in mehrfacher Zahl erst später auftretenden Bogencanäle entspricht. Zwei solcher in einander übergehender Bogencanäle sind schon bei den Petromyzonten gebildet, deren Vestibulum in mehrere, durch innere Falten entstandene Abschnitte zerfällt. Als Hülle dienen knorpelige Kapseln, die seitlich an der Basis des Schädels befestigt sind. Bei den Knochenfischen, sowie bei den Ganoiden und Chimären, liegt das Gehörorgan zum Theile in der Schädelhöhle, so dass also nur ein unvollständiges knöchernes oder knorpeliges Labyrinth besteht. Das häutige Labyrinth wird aus einem Vorhofe gebildet, mit welchem drei Bogencanäle verbunden sind, von denen zwei gemeinschaftlich vom Vorhofe abgehen. Neben und bei Knochenfischen unter dem letzteren liegt noch ein häutiges Säckchen, welches, häufig durch vorspringende Leisten in mehrere Abschnitte geschieden, die den Cyclostomen fehlenden Otolithen*) birgt. Das Vorhofsäckchen, welches einen Theil des Vorhofs selbst darstellend betrachtet werden muss, steht bei den Stören mit letzterem in offener Communication.

Durch den vollständigen Verschluss des häutigen Labyrinths innerhalb der knorpeligen Schädelwandungen wird bei den Selachiern, denen nur das Vorhofsäckchen abgeht, eine an die übrigen Wirbelthiere anschliessende Bildung erreicht. Zudem finden sich noch besondere, die

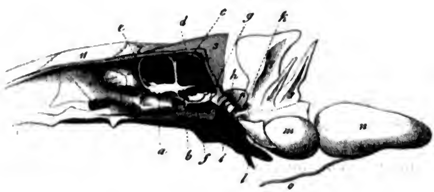
*) Diese besitzen bei den Knochenfischen eine ziemliche Grösse und nach den Arten beständige Gestalt, während die Otolithen des häutigen Vorhofs durchgängig sehr kleine aber crystallinische Körper sind.

Ueber das Gehörorgan der Fische ist als Hauptwerk anzuführen. E. H. Weber, *De aure et auditu hominis et animalium Pars I. de aure animalium aquatilium Lips.* 1820.

Schädelknorpel durchsetzende Oeffnungen, die, bald auf die Oberfläche des Schädels führend, bald nur aussen durch das Integument verschlossen, das Labyrinth mit den umgebenden Medien in directere Verbindung setzen. Bei den Haien führen diese Canäle nur zum knorpeligen Labyrinthe, während bei den Rochen eine offene Verbindung des Vorhofs mit der Oberfläche des Schädels besteht. Bei den Chimären endlich erstreckt sich vom häutigen Vorhofe aus je ein in der Mitte des Verlaufs eine Strecke weit mit dem der anderen Seite verbundener Gang, der offen auf der Schädeloberfläche ausmündet.

Bei einer Anzahl von Knochenfischen findet sich eine Verbindung des häutigen Vorhofes mit der Schwimmblase. Es erstreckt sich nämlich von ersterem (Fig. 161. *a*) aus ein Canal nach hinten zu, um sich mit dem der anderen Seite durch einen querliegenden Canal zu verbinden. Aus letzterem, dem *Sinus impar*, tritt jederseits ein häutiges Säckchen (*Atrium Sinus imparis*) zu einer am hinteren Schädelabschnitte

Fig. 161.



gelegenen Oeffnung, welche zum Theile von einem napfförmigen Knochenstückchen verschlossen wird. Dieses verbindet sich durch Bandmasse mit einer Reihe verschieden geformter Knochenstückchen (*h*, *i*, *k*, *l*), von welchem das letzte und grösste dem vorderen Ende der Schwimmblase (*m*) angeheftet ist. Dadurch kommt eine continuirliche Kette zwischen dem Vorhofe und der Schwimmblase zu Stande. Die Cyprinoiden und Siluroiden zeigen diese Einrichtung, die bei den letzteren besonders noch dadurch ausgezeichnet ist, dass hier ein durch besondere mit der Wirbelsäule verbundene Knochenstücke geformter und auf die Schwimmblase wirkender Springfederapparat auf die Kette der Knöchelchen und von hier aus auch auf den Vorhof seinen Einfluss ausüben kann. — Eine

Fig. 161. Gehörorgan von *Cyprinus carpio*. *a* *Vestibulum membranaceum*. *b*. Ampulle des hinteren und äusseren halbkreisförmigen Canales. *c* vereinigter vorderer und hinterer Canal. *d*. hinterer, *e*. vorderer *f*. *Canalis sinus imparis*. *g*. *Sinus auditorius membranaceus impar*. *h*. Claustrum. *i*. *k*. *l*. Kette der Verbindungsknöchelchen. *m*. *n*. Schwimmblase. *o*. Luftgang. *p*. *q*. *r*. *s* Dornfortsätze der ersten Wirbel. Die Zahlen bezeichnen die einzelnen Schädelknochen. 1. *occipitale basilare* 2. *laterale*. 3. 4. *occ. superior*. 6. *Mastoideum*. 7. Scheitelbein 10. *Sphenoidale laterale ant* 11. *Frontale*. (Nach E. H. Weber.)

ähnliche Communication besteht auch bei den Clupeiden, derenSchwimmblase vorne sich gabelig theilt, und, in den Schädel eingedrungen, jeden der Aeste wiederum in zwei feine Zweige sich spalten lässt, die mit blasigen Erweiterungen enden. Zwei dieser Blasen treten mit nach hinten gerichteten, den Atrien des *Sinus impar* der Cyprinoiden entsprechenden Fortsätzen des Vorhofes in Communication.

Bei den Amphibien wird das innere Ohr stets von der festen Schädelkapsel umschlossen und liegt in einem einzigen als Felsenbein bezeichneten Knochenstücke. Von dem gemeinschaftlichen Vorhofssacke entspringen drei theilweise unter einander verbundene Bogencanäle. Mit diesem inneren Ohre verbindet sich eine Paukenhöhle als mittlerer Ohrabschnitt bei den Fröschen, durch eine *Fenestra ovalis* mit dem Vorhofe communicirend und mit einer weiten *Tuba Eustachii* in den Pharynx mündend. Die Paukenhöhle wird nach aussen von einem Trommelfelle verschlossen, an welchem sich das von der *Fenestra ovalis* aus mit einem kleinen Knorpelstückchen (Operculum) beginnende, die Paukenhöhle durchsetzende Knöchelchen anlegt. Wo keine Paukenhöhle gebildet ist, wie bei den Cöcilien, den Perennibranchiaten und Salamandern, wird die *Fenestra ovalis* sammt dem knorpeligen Operculum und dem daran befindlichen knorpeligen oder verknöcherten, die Columella (vergl. Fig. 139. *B a*) darstellenden Stiele von den Muskeln der Schläfengegend bedeckt*). In anderen Fällen liegt das die Paukenhöhle verschliessende Trommelfell unter der Haut verborgen, so dass bis zu den mit offen liegendem Trommelfelle versehenen Formen eine continuirliche Reihe sich herstellen lässt. Man kann diese Erscheinungen sich derart zusammenreihen, dass man die Bildung der Paukenhöhle als eine von der Rachenhöhle ausgehende sich vorstellt, etwa als eine Ausstülpung, die anfänglich nur an die Gehörknöchelchen (wie wir Operculum sammt Stiel bezeichnen können) herantritt, allmählich die Kette der Gehörknöchelchen umfasst, und bei gebildetem Trommelfelle auch über dieses sich ausdehnt bis auf jene Stelle, wo das Endstück der Columella befestigt ist.

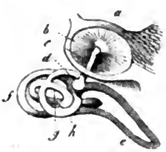
Unter den Reptilien fehlt eine Paukenhöhle den Schlangen und vielen schlangenähnlichen Sauriern. Die höhere Entfaltung des Gehörorgans gibt sich jedoch bei diesen schon durch das Auftreten einer Schnecke kund, welche mit einer *Fenestra rotunda* in den Vorhof einmündet. Die Schnecke zeigt sich als eine einfache Ausstülpung des Vorhofes bei den Schildkröten und ist bei den übrigen Reptilien zu einem längeren Schlauche entwickelt, der mit der homologen Bildung des Vogelohres grosse Aehnlichkeit besitzt. Bei den Schlangen liegt das von der *Fenestra ovalis* entspringende Gehörknöchelchen (Columella) ganz wie bei vielen Amphibien zwischen Muskeln verborgen und ist bei manchen sogar auf ein blosses Operculum reducirt. Operculum und Columella

*) Von den Batrachiern gehören auch Bombinator, Pelobates u. a. hierher.

bestehen bei Schildkröten und Sauriern, bei welch' letzteren die Columella noch durch ein besonderes Knorpelstück an das Trommelfell befestigt wird. Bei vielen Sauriern wird das Trommelfell noch von Muskeln bedeckt. Stets offen liegt es bei den Crocodilen, bei welchen eine durch einen Hautknochen gestützte Klappe als die erste Andeutung eines allerdings nur zum Schutze dienenden äusseren Ohres erscheint.

Die beträchtliche Entwicklung der halbkreisförmigen Canäle zeichnet das Labyrinth der Vögel aus. Die Bogengänge münden in den Vorhof, mit welchem zugleich stets eine Schnecke verbunden ist, die als ein kurzer, wenig gebogener, am Ende etwas erweiterter Schlauch erscheint. Das innere dieses Organes wird durch eine der Länge nach auf knorpeligem Rahmen ausgespannte, der Spiralplatte der Säugethierschnecke homologe Lamelle in zwei Räume geschieden, von denen der eine obere mit der *Fenestra rotunda* dem Vorhofe, der andere untere mit der *Fenestra ovalis* der Paukenhöhle sich anschliesst. Die letztere steht an mehreren Stellen mit den luftführenden Räumen der Schädelknochen in Verbindung, und kann dadurch auch mit jenen der anderen Seite in Communication gezogen sein. Nach vorne communicirt die Paukenhöhle durch die mit der der anderen Seite sehr bald zu einem gemeinsamen Rohre vereinigten Eustach'schen Tuba mit der Rachenhöhle dicht hinter den Choanen. Die nach aussen durch ein schräg nach abwärts gerichtetes Trommelfell verschlossene Paukenhöhle wird von einem langen Gehörknöchelchen (Columella) durchzogen, welches mit einem platten Operculum die *Fenestra ovalis* verschliesst und, meist auf einem dreigetheilten Knorpelende dem Trommelfelle sich anfügt. Das äussere Ohr wird nur durch einen kurzen Gehörgang (*Meatus auditorus externus*) dargestellt, über welchen sich bei wenigen Vögeln, wie z. B. bei den Eulen, eine häutige, mit steifen Federn besetzte Klappe hinweglegt.

Fig. 162.



Die Form des Labyrinthes der Vögel, namentlich die unvollkommen entwickelte Schnecke ist unter den Säugethieren bei den Monotremen repräsentirt. Bei allen übrigen bildet die Schnecke Windungen, die jedoch beträchtlich variiren *). Die drei halbkreisförmigen Canäle sind im Ganzen kleiner als bei den Vögeln, bieten jedoch in den verschiedenen

Fig. 162. Gehörorgan von *Strix flammea*. *a*. Paukenring. *b*. Trommelfell. *i*. Columella. *d*. Ende derselben. *e*. Schnecke. *f g h*. Halbkreisförmige Canäle. (Nach Breschet.)

*) Die geringste Zahl von Windungen ($1\frac{1}{2}$) zeigen die Walthiere, die grösste Zahl (5) wird bei den Nagethieren (*Coelogenys Paca*) erreicht.

Wichtigste Schrift: Hyrtl, Vergleichend-anatomische Untersuchungen über das innere Gehörorgan der Säugethiere. Prag 1845.

Säugethiereordnungen sehr wechselnde Grössenunterschiede dar. Die Paukenhöhle wird häufig in einem besonderen, blasenartig vorspringenden Knochen geborgen, der namentlich bei Nagethieren, auch Raubthieren, beträchtlich entwickelt ist. Sie zerfällt häufig in mehrere Abschnitte oder communicirt mit Höhlungen benachbarter Knochenparthien, wie solches selbst beim Menschen in den Zitzenbeinzellen noch sichtbar ist. Die *Tuba Eustachi* vermittelt die Verbindung mit der Rachenhöhle, nur bei den Cetaceen öffnet sie sich in den Nasengang ihrer Seite. Beträchtlich erweitert ist sie vor ihrer Ausmündung bei den Einhufern. Von dem äusseren Gehörgange wird die Paukenhöhle durch das Trommelfell geschieden, von welchem aus eine Kette von Gehörknöchelchen zu der *Fenestra ovalis* führt. Bei den Monotremen, wie auch bei einigen Beutelthieren, ist das die *Fenestra ovalis* verschliessende, dem Steigbügel der übrigen Säugethiere homologe Stückchen undurchbohrt, während es bei den übrigen allmälig in die zweischenklige Steigbügelform übergeht, so dass sich hieraus die Continuität jener Bildungsreihe herstellt, die mit dem noch mit Muskelmasse überzogenen Operculum mancher Amphibien beginnend, mit dem Auftreten einer Paukenhöhle vervollkommnet zu der bei den Säugethieren reichlicher gegliederten Kette von Gehörknöchelchen hinführt. Die beiden anderen, beständig vorkommenden Gehörknöchelchen sind Hammer und Ambos, zwischen welche zuweilen auch noch ein accessorisches Stückchen sich einfügt, sowie auch ein solches (das *Ossiculum lenticulare*) nicht selten zwischen Steigbügel und Ambos sich vorfindet*).

Der äussere Gehörgang setzt sich entweder in ein äusseres Ohr fort, oder es fehlt ein solches, wie bei den Walthieren, Monotremen, den meisten Pinnipediern und anderen. Die Form des äusseren Ohres zeigt sich unendlich mannichfaltig. Es wird bald nur durch eine einfache Klappe gebildet, bald stellt es durch mehrere Knorpelstücke gestützte äussere Anhänge (Ohrmuscheln) vor, die bei vielen durch einen complicirten Muskelapparat bewegt werden**). —

Des Auge der Wirbelthiere erscheint als die Fortsetzung desselben Typus, den wir zuletzt bei den Mollusken in verschiedenen Entwickelungsstadien, am meisten vervollkommnet bei den Cephalopoden vorfanden. Es wird von einem, die lichtbrechenden und percipirenden Apparate umschliessenden Bulbus dargestellt, dessen äussersten Theil die vorne in die Cornea übergehende Sclerotica bildet. Nach innen folgt die Gefässhaut

*) Bei mehreren Säugethieren aus den Ordnungen der Insectivoren, Nager u. a. tritt durch die Schenkel des Steigbügels ein bald solider, bald hohler knöcherner Bügel (Pessulus) hindurch. Bei denselben Ordnungen wird der Steigbügel oft von einer Arterie durchbohrt.

**) An der Bildung des äusseren Gehörganges betheiligen sich theils Knochen, theils knorpelige Bildungen. Bei rudimentärer Entwickelung des äusseren Ohres oder bei gänzlichem Mangel desselben ist auch der knöcherne Theil des Gehörganges wenig entwickelt.

des Auges, die Choroïdea, welche vorne einen ins Innere vorspringenden Faltenkranz, das *Corpus ciliare*, darstellt und noch in eine meist kreisförmige Membran, die Iris, sich fortsetzt. Der Sehnerv tritt an der hintern Seite des Bulbus, Sclerotica und Gefässhaut durchbrechend, in das Auge ein und findet in der innersten, auf die Choroïdea folgenden Schichte, der Retina, seine Ausbreitung. Die Retina erstreckt sich bis zum hintern Rande des *Corpus ciliare*. Ueber ihr liegt noch eine zarte, auch auf das *Corpus ciliare* sich fortsetzende Membran, die *Membrana hyaloidea*. Die Höhlung des Bulbus zerfällt regelmässig in zwei Abschnitte, eine vordere und eine hintere Augenkammer, beide durch das lichtbrechende Organ, die Linse, von einander getrennt. Die Linse wird von einer durchsichtigen Kapsel umschlossen, welche durch die Hyaloidea mit den *Processus ciliares* sich verbindet. Die vorne von der Cornea, hinten von der Iris und der aus deren Pupillaröffnung hervorsehenden Linse begrenzte vordere Augenkammer wird von einer wässerigen Flüssigkeit (*Humor aqueus*) erfüllt. Die hintere, meist geräumigere Augenkammer, welche fast allseitig von der Hyaloidea, nur vorne von der hinteren Fläche der Linse begrenzt wird, füllt der gallertige Glaskörper (*Corpus vitreum*).

Mit diesem (Amphioxus ausgenommen) immer paarig vorhandenen und bis auf einzelne Fälle symmetrisch gelagerten Sehorgane treten noch verschiedene accessorische Apparate in Verbindung. Es sind dies die zur Bewegung des Augapfels dienenden Muskeln, ferner Schutzorgane wie die Augenlidbildungen und endlich die Thränenorgane.

Die einzelnen, das Auge zusammensetzenden Theile zeigen in Form und Ausbildung eine Reihe beträchtlicher Verschiedenheiten, woraus sich für die einzelnen Wirbelthierclassen eine Reihe von Eigenthümlichkeiten summirt, die zum Theile wenigstens den Verhältnissen der umgebenden Medien wie der Lebensweise der Thiere entspricht. — Die einfachste Form findet sich bei Amphioxus und wird durch einen unpaaren dicht dem Centralnervensysteme vorne aufsitzenden Pigmentflecken dargestellt, so dass dieses Organ weit unter die in den höheren Classen der übrigen Thierabtheilungen getroffenen Augenbildungen zurücktritt *). Aehnliche rudimentäre nur durch eine Bulbusbildung ausgezeichnete Sehorgane sind auch bei den Myxinoiden vorhanden, zum Theile (bei Myxine) unter Haut und Muskeln verborgen.

Bei den übrigen Fischen kommen sowohl bezüglich der Lagerung, als der Grössenverhältnisse beträchtliche Abweichungen vor. Bei allen ist die Form des Bulbus von jener der anderen Wirbelthiere durch seine

*) Nach J. Müller und Quatrefages (*Ann. des sc. nat. sér.* 3. *Tom.* 4) ist das Auge paarig, und nach letzterem sogar mit einem lichtbrechenden Körper, wie einem besondern Sehnerven versehen.

vordere Abflachung ausgezeichnet, indem die Cornea bei beträchtlicher Dicke nur eine geringe Wölbung besitzt. Im Verhältnisse zur Sclerotica

Fig. 163.



Fig. 164.



erscheint die Cornea von beträchtlicher Ausdehnung. Auch unter den **Amphibien** finden sich einzelne Abtheilungen mit vorne abgeflachtem Bulbus, während unter den **Reptilien** bei Schlangen und Crocodilen eine bedeutendere Wölbung der Cornea charakteristisch ist.

Bei den meisten **Vögeln** (Fig. 165) wird der Bulbus in ein vorderes und hinteres Segment getheilt, wovon das erstere, die stark convexe Cornea tragend, vom hinteren scharf abgesetzt ist. Diese eigenthümliche Augenform erscheint am meisten bei den Raubvögeln, besonders den Eulen, ausgeprägt. Der Längedurchmesser des Auges ist hier beträchtlicher als der Querdurchmesser. Dagegen treten bei den Schwimmvögeln und Stelzvögeln die umgekehrten Verhältnisse auf, wobei zugleich die Cornea bedeutend sich abflacht. Diese, durch Verkürzung der Längsaxe charakterisirte Form ist unter den **Säugethieren** bei den Cetaceen (Fig. 166) bemerkbar, und auch noch bei Wiederkäuern, Einhufern u. a. ist der Querdurchmesser vorherrschend. Dagegen besitzt die grösste Mehrzahl der Säugethiere einen kugligen Bulbus, aus dem wiederum Formen mit vorherrschender Längsaxe hervorgehen. Hierher zählen die Chiropteren und Quadrumanen.

Die **Sclerotica** besteht in der Regel aus festem Bindegewebe, schliesst jedoch vielfach knorpelige oder sogar knöcherne Bildungen ein und kann auch überwiegend durch Knorpelmasse dargestellt werden. Solches findet sich bei den Selachiern, und auch bei den Vögeln wird die Sclerotica zwischen den fibrösen Platten von einer dünnen Knorpellamelle gestützt Daran reihen sich unter den Säugethieren die Monotremen. Bei den Knochenfischen sind in der Regel zwei knorpelige Platten innerhalb der bindegewebigen Sclerotica unterscheidbar. Diese können verknöchern,

Fig. 165.



sowie auch die ganze Sclerotica, wie beim Schwertfische, durch Knochensubstanz vertreten sein kann. Auch bei den Amphibien (den Fröschen) erscheint die Sclerotica zum grossen Theile aus Knorpel gebildet. Bei den Eidechsen, Schildkröten und Vögeln wird der vordere, an die Cornea stossende Theil der Sclerotica durch einen Kranz flacher an einander liegender oder über einander sich wegschiebender Knochenstücke (Scleroticalring) ge-

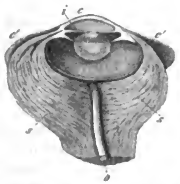
Fig. 163. Auge von *Esox lucius*. Horizontalschnitt. *c*. Cornea. *p*. *processus falciformis*. *s'*. *s'* Verknöcherungen der Sclerotica.

Fig. 164. Auge von *Varanus*. Horizontalschnitt. *c*. Cornea. *p*. *processus falciformis*.

Fig. 165. Auge von *Falco chrysaetos*. Horizontalschnitt. (Nach W. Sömmerring.)

stützt (Fig. 165. *s'*). Es sind meist viereckige, mit den verdünnten Rändern sich deckende Tafeln von variirender Zahl (bis 30). Um die Eintrittstelle des Sehnerven ist bei Schildkröten und vielen Vögeln gleichfalls eine Stützplatte in der Sclerotica angebracht, die bei den ersteren knorpelig, bei den letzteren verknöchert erscheint. Die Dickeverhältnisse der Sclerotica sind sowohl in den verschiedenen Classen der Säugethiere, wie auch an den verschiedenen Stellen des Auges vielen Schwankungen unterworfen. In der Regel ist die Dicke am beträchtlichsten am Uebergange in die Cornea; bei den im Wasser lebenden Säugethieren nimmt die Dicke nach hinten noch bedeutender zu, so dass sie, z. B. beim Walfische, an der Eintrittsstelle der Sehnerven einen Zoll im Durchmesser beträgt (Fig. 166. *s*).

Fig. 166.



Die Choroïdea setzt sich aus mehreren Schichten zusammen, die im Ganzen mit den vom Menschen bekannten übereinstimmen. Die gefässhaltigen Schichten, sowie der äussere Pigmentüberzug sind die wichtigsten davon. Vorne bildet sie die faltigen, den meisten Knochenfischen fehlenden Ciliarfortsätze, die selbst bei Ganoiden (Stör) und Selachiern wenig entwickelt sind. Die als Iris sich darstellende Fortsetzung der Choroïdea begrenzt mit ihrem Innenrande, die in ihrer Configuration sehr verschiedene Pupille. Queroval trifft man sie bei den Selachiern, bei einigen (Carcharias) auch längsoval. In dem ersteren Falle wird sie durch vorhangartige Fortsätze des oberen Pupillarrandes der Iris noch verengert (Rochen). In die Quere ausgedehnt erscheint sie unter den Säugethieren bei Wiederkäuern und Einhufern, mit ähnlichen vorhangartigen Fransen ausgestattet. Vertical verlängert ist sie, ausser den oben erwähnten Selachiern, bei den Crocodilen und fleischfressenden Säugethieren, fast dreieckig bei manchen Amphibien, sowie auch bei einigen Fischen (z. B. Arten aus dem Salmengeschlechte) an einer Stelle ein einspringender Winkel zu beobachten ist.

Von der Eintrittsstelle des Sehnerven an eine Strecke weit nach vorne, an einer häufig nur durch einen pigmentlosen Streifen (der sog. Choroïdealspalte) ausgezeichneten Stelle bildet die Choroïdea bei manchen Wirbelthieren eigenthümliche, eine Spalte der Retina durchsetzende und ins Innere der Augenkammer vorspringende Falten, in welche alle Elemente der Gefässhaut eintreten. Ein solcher Fortsatz findet sich im Fischauge, den Glaskörper sichelförmig gebogen durchziehend und mit einer Anschwellung an den hinteren seitlichen Theil der Linsenkapsel sich anfügend. Man bezeichnet diese Falte als *Processus falciformis* (Fig. 163. *p*), ihr bei manchen Fischen durch eine Schichte glatter Muskel-

Fig. 166. Auge von *Balaena mysticetus*. Horizontalschnitt. (Nach W. Sömmerring.)

fasern ausgezeichnetes Ende an der Linsenkapsel als *Campanula Halleri*. Obgleich in der feineren Structur verschieden, reihen sich die Fortsätze im Auge von Reptilien (Fig. 164. *p*) und Vögeln doch enge hier an. Bei Eidechsen trifft man eine kolbig angeschwollene, den Rand der Linsenkapsel erreichende Falte, welche auch durch zwei oder mehrere kammartig neben einander stehende Faltenbildungen repräsentirt sein kann, und so den Kamm (Pecten) der Choroïdea darstellt, ein Gebilde, welches bei den Vögeln durch Vermehrung der Falten (beim Storche bis auf 16) noch vollständiger entwickelt ist (Fig. 165). Die mit breiter Basis entspringenden Falten des Kammes im Vogelauge ragen gerade in die hintere Augenkammer ein, erreichen jedoch nicht immer den seitlichen Rand der Linsenkapsel *).

Eine eigenthümliche Modification der Choroïdea findet sich im Augengrunde vieler Wirbelthiere durch die Bildung eines Tapetum gegeben. Es ist diess eine in verschiedenem Grade ausgedehnte grünlich oder bläulich schimmernde, oft metallisch glänzende Stelle, an welcher die sonst die ganze Choroïdea überkleidenden dunklen Pigmentschichten fehlen. Sie bedingt das Leuchten der Augen im Dunkeln und ist sowohl bei Fischen wie Säugethieren in grosser Verbreitung angetroffen **).

Nach aussen von der Gefässhaut des Auges, meist in der Nähe der Eintrittsstelle des Sehnerven, ist bei vielen Fischen ein als Drüse bezeichnetes Gebilde vorhanden, die »Choroïdaldrüse«, welche sich als eine Wundernetzbildung herausgestellt hat, und bei den Blutgefässen specieller betrachtet werden soll.

Die auf die Pigmentschichte der Choroïdea folgende Netzhaut ist bei allen Wirbelthieren durch Modificationen der Sehnervenausbreitung hervorgegangen, und zeigt in ihren einzelnen Straten wesentliche Uebereinstimmung mit den Verhältnissen der menschlichen Retina. Die bei den Arthropoden nach aussen gerichteten, zu den Krystallkegeln umgewandelten Sehnervenendigungen bilden hier, wie es auch schon für die Cephalopoden erwähnt worden, eine gegen den Umfang des Bulbus ge-

---

*) Am häufigsten tritt im Auge der Schwimmvögel, auch mancher Stelzvögel, das vordere Ende des Kammes an die Linsenkapsel an. — Der Kamm fehlt bei Apteryx, der sich also auch hierin von dem Vogeltypus entfernt. Beim Strausse und Casuar ist der Kamm mehr konisch gestaltet, am Ende angeschwollen, fast beutelförmig, daher auch Marsupium benannt.

**) Ein Tapetum wird angetroffen bei den Selachiern, Stören, Chimären, beim Thunfisch u. a.; dann unter den Vögeln beim Strausse, und unter den Säugethieren bei den fleischfressenden Walthieren, den Wiederkäuern, Einhufern, Elephanten, mehreren Beutelthieren, den Carnivoren und Pinnipediern.

Ueber die feineren mehr ins Gebiet der Gewebelehre gehörigen Organisationszustände des Sehorgans, wie über die Verhältnisse der Binnenmuskeln des Auges sind zahlreiche Specialarbeiten unter den Neueren vorzuglich jene von E. Brücke, H. Müller u. a. nachzusehen. Auch ist zu vergleichen Leydig, Lehrbuch der Histologie.

richtete Lage stäbchen- oder zapfenartiger Gebilde (die sogenannte Stäbchenschichte), so dass wie in jener Molluskenclasse durch die aus dem Auftreten eines dem ganzen Auge zukommenden einfachen lichtbrechenden Apparates resultirende Hohlkugelform des Sehorganes zugleich eine nicht unwesentliche Umordnung der lichtempfindenden Elemente veranlasst wurde. Bei alledem ist der Weg vom Arthropoden-Auge zu jenem der Wirbelthiere nicht unmöglich, sobald wir das den neuen Typus bedingende neue Element berücksichtigen, welches durch die einfache Cornea, einfache Linse wie Glaskörper gegeben erscheint.

Hinsichtlich der durchsichtigen und der lichtbrechenden Medien des inneren Bulbus ergeben sich im Allgemeinen nur für die Linse einige bemerkenswerthe Verschiedenheiten, die sich, abgesehen vom feineren Baue, vorzüglich auf die Form beziehen, und zum Theile auch die Verhältnisse der vorderen und hinteren Augenkammer influenziren. Sehr gross und vollkommen sphärisch erscheint die Linse der Fische, wo sie auch einen grossen Theil der vorderen Augenkammer füllt. Diese Form wiederholt sich bei Amphibien, und wird auch noch bei den im Wasser lebenden Säugethieren angetroffen, indess Reptilien, Vögel und die übrigen Säugethiere mehr abgeplattete Formen, allerdings in sehr mannichfaltigen Abstufungen, aufweisen.

Die bei den niederen Thieren in der Regel von grösseren Körperparthien abhängigen Bewegungen des Bulbus erlangen bei allen Wirbelthieren durch das Auftreten einer besonderen Musculatur einen höheren Grad der Selbständigkeit, welchem unter den übrigen Thieren nur der am Auge der Cephalopoden und zwar zum erstenmale in deutlich gesonderter Weise den Bulbus umlagernde und auf eine Veränderung der Sehachsenrichtung abzielende reiche Muskelapparat an die Seite gestellt werden kann. Die dort veränderten Verhältnisse der Orbita, sowie nicht minder des Bulbus selbst lassen aber eine specielle Vergleichung der einzelnen Muskeln mit jenen der Vertebraten vorderhand nicht zulässig erscheinen. Die Zahl der Augenmuskeln der letzteren beläuft sich geringsten Falles auf 6, von denen vier als gerade, zwei als schiefe unterschieden werden. Von den letzten wird der obere durch den Verlauf seiner Sehne über eine am Orbitalrande angebrachte Rolle bei den Säugethieren in seiner Function potenzirt. Je nach den die Begränzung der Orbita eingehenden Sceletstücken sind die Ursprungsverhältnisse dieser Muskeln etwas verschieden, sowie auch Grösse und Verlauf durch die Beschaffenheit der Orbita und des Bulbus beeinflusst werden, doch lässt sich immer derselbe Plan wahrnehmen, wie beim Bewegungsapparate des menschlichen Auges. Eine Verschiedenheit vom letzteren bietet sich durch das Auftreten eines besonderen Rückziehmuskels dar, der Amphibien, Reptilien und Säugethiere auszeichnet. Dieser *retractor bulbi* ist bei den Amphibien (Frosch) einfach und dem *m. rectus externus* benachbart, gleichsam ein Verstärkungsbündel desselben, bei den Reptilien

(Sauriern und Schildkröten) in gleicher Lage aus mehreren Fascikeln bestehend, die er auch bei den Säugethieren in verschiedener Anzahl besitzt*).

Viel grössere Verschiedenheiten der Einrichtung als der Bewegungsapparat des Bulbus darbietet, zeichnen die Schutzorgane der Augenoberfläche aus. Man kann diese als Augenlider benannten Duplicaturbildungen des Integuments wieder an die bei den Cephalopoden bestehenden Verhältnisse anknüpfen und dort die Vorbildung von Einrichtungen sehen, die hier bei den Vertebraten sich vielfältig modificirten und vervollkommneten. Augenlidbildungen fehlen zwar noch den meisten Fischen, und einigen Amphibien (z. B. Pipa), sowie auch bei den Reptilien eine grosse Anzahl der beweglichen, über dem Auge verschiebbaren Duplicaturbildungen des Integumentes entbehrt (z. B. Amphisbänen, Gekonen, Schlangen), allein bei diesen letzteren greift eine andere Einrichtung Platz, die wenigstens in ihrer schützenden Eigenschaft sich den Augenlidern anreihen lässt**), und bei den höheren Classen formt sich aus den Augenlidern ein complicirter mit selbständigen Nebeneinrichtungen ausgestattetes Apparat.

In den einfachsten bei Fischen vertretenen Formen besteht die ganze Augenlidbildung in einer den Bulbus vorne umziehenden Falte, die fast immer unbeweglich ist, und sogar in eine kreisförmige, in der Mitte durchbrochene Lamelle übergehen kann (Butirinus). Bei anderen ist nur vorne und hinten eine durchsichtige Falte gebildet, die ein vorderes und hinteres Augenlid darstellt (z. B. bei den Häringen, bei Scomber). Aber schon bei den Selachiern ordnen sich die Augenlidfalten derart, dass die eine oben, die andere unten erscheint, und solche horizontale Lider treffen wir dann, freilich in verschiedenem Aus-

*) In seiner höchsten Ausbildung erscheint dieser vom Umfange der Sehnervenscheide entspringende Muskel trichterförmig gestaltet und, von den geraden Muskeln umfasst, in der Circumferenz des Bulbus angeheftet. So z. B. beim Seehunde. Den Affen fehlt er wie dem Menschen. Am rudimentären Auge des Maulwurfs stellt er den einzigen Muskel dar. — Den Säugethieren eigenthümlich scheint das Vorkommen einer musculös-elastischen Orbitalmembran zu sein, durch welche die Augenhöhle von der Schläfengrube sich abgränzt. Es kann diese Bildung sogar zur Herstellung eines eigenen *m. orbitalis* führen (Carnivoren), von welchem auch beim Menschen an der entsprechenden Stelle (*fiss. orbitalis inf.*, nach H. Müller) noch Spuren vorhanden sind.

**) Statt beweglicher Augenlider besitzen die genannten Reptilien eine vom durchsichtig gewordenem Integumente gebildete continuirlich das Auge überziehende Hülle, welche von der Vorderfläche des Bulbus durch einen von der Conjunctiva ausgekleideten Hohlraum geschieden wird. In letzteren ergiesst sich auch die Thränenflüssigkeit, die durch den Thränennasengang von hier aus wieder abfliesst. — Eine ähnliche, zwischen Integument und Bulbus liegende Kapsel kommt auch jenen Säugethieren zu, deren Auge, wie z. B. beim Blindmaulwurf (*Spalax Typhlus*), unter der Haut verborgen ist.

bildungsgrade, durch die übrige Reihe der Wirbelthiere*). Den physiologischen Werth dieser Augenlider erhöht ihre Beweglichkeit die durch das Hinzukommen eigener, von der Orbitalwand entspringender und in den Lidern sich inserirender Muskeln bestimmt wird. Diese *m. m. palpebrales* treten bei den Reptilien zuerst gesondert auf, und bestehen auch noch bei den Vögeln, wenn auch unter mehrfacher Rückbildung, während bei den Säugethieren der obere Augenlidmuskel als *levator palp. sup.* vorherrschend wird**). Dagegen wird in den höheren Classen (Vögel, Säugethiere) die Augenlidmusculatur durch einen Schliessmuskel (den *Orbicularis palpebrarum*) vermehrt, der unter den Reptilien nur beim Chamäleon schon eine bemerkenswerthe Entwickelung erreicht hatte.

Zu diesen beiden Augenlidern kommt noch ein drittes, meist durchsichtiges, welches durch seine über die ganze vordere Augenfläche rasch erfolgende Bewegung ausgezeichnet ist, und desshalb als »Nickhaut« (*membrana nictitans*) bezeichnet wurde. Zum erstenmale tritt es bei den Fischen unter den Haien auf, hier wie bei den Amphibien aus dem wenig entwickelten unteren Augenlide hervorgebildet, während es bei Sauriern, Crocodilen und Schildkröten, mehr aber noch bei den Vögeln eine selbständige, am inneren (resp. vorderen) Augenwinkel angebrachte Einrichtung geworden ist. Unter den Säugethieren erleidet die Nickhaut eine auffallende Rückbildung, selten über das ganze Auge sich hinweg bewegend, reducirt sie sich bei den fleischfressenden Walthieren, mehr noch bei den Affen, auf eine blosse Falte, von der auch beim Menschen noch eine Spur als *Plica semilunaris* vorhanden ist. — Die Bewegung der Nickhaut leitet ein besonderer Muskelapparat, bei welchem entweder ein einfacher Hervorzieher oder mit diesem noch ein ihm zur Rolle dienender zweiter Muskel in Verwendung kommt***).

Mit den Sehorganen vereinigen sich äusserlich einige Drüsenapparate, die etwas differenter Bestimmung, auch durch ihre Lage zum Bulbus leicht unterscheidbar sind. Der eine davon wird durch eine am inneren resp. vorderen Theile der Orbita gelagerte Drüse dar-

*) Den Batrachiern kommt nur ein oberes Augenlid zu, doch ist bei *Bufo* ein unteres, wenn auch nur angedeutet, vorhanden. Die Salamandrinen besitzen beide, und unter den Reptilien erreicht sogar das untere Lid eine grosse Entwickelung, und erhält bei vielen eine knorpelige Stütze. Auch bei den Vögeln herrscht seine Beweglichkeit über jene des oberen vor. Durch ein kreisförmiges, äusserlich beschupptes Augenlid sind die Chamäleone ausgezeichnet.

**) Bei Walthieren (*Delphin*) wird der *levator* durch einen vom Grunde der Orbita kommenden, ringsum an beide Augenlider sich ansetzenden Muskel vertreten.

***) Bei den Vögeln z. B. ist diese Einrichtung im Allgemeinen folgendermaassen gebildet: Am oberen, hinteren Umfange des Bulbus entspringt ein platter viereckiger Muskel (*m. quadratus*), dessen Sehne einen Canal darstellt, in welchem die Sehne eines anderen, von der Nasenseite entspringenden Muskels (*m. pyramidalis*) verläuft, die an der Nickhaut sich ansetzt.

gestellt, die unter der Nickhaut ausmündet, und als Harder'sche Drüse benannt, von den Amphibien (Batrachier) an bei allen mit einer Nickhaut ausgestatteten Wirbelthieren vorhanden ist. Diese anatomischen Beziehungen zur Nickhaut, sowie ihr Fehlen bei Abwesenheit der letzteren lässt ihren physiologischen Werth als ein durch seine Secretbildung die Bewegungen der Nickhaut über den Bulbus förderndes Organ mit grosser Wahrscheinlichkeit erkennen, so dass sie sich zur Nickhaut in ähnlicher Weise verhält, wie die Thränendrüse zu den horizontalen Augenlidern.

Was die Thränendrüsen angeht, so gehen solche den Fischen gänzlich ab; ebenso den Amphibien, bei denen die Rolle von Augenlidern durch die Nickhaut übernommen ist. Erst von den Reptilien an finden sich Thränendrüsen und zwar mit ziemlich grosser Beständigkeit am äusseren (resp. hinteren) Theile der Orbita gelagert und am entsprechenden Augenwinkel, meist mit mehrfachen Gängen, ausmündend. Die Grösse der Thränendrüsen ist vielfachen Verschiedenheiten unterworfen, welche im Allgemeinen von einem compensatorischen Verhältniss zur Harder'schen Drüse beherrscht sind. Auch die im Ganzen nach einem gleichmässigem Plane geordneten Abführwege der Thränenflüssigkeit, bestehen aus einem bald einfach, bald mit zwei Oeffnungen am inneren Augenwinkel beginnenden Canal, der später von knöchernen Gebilden (*Os lacrymale*) umwandet in die Nasenhöhle geleitet wird.

§. 50.

c) Electrische Organe.

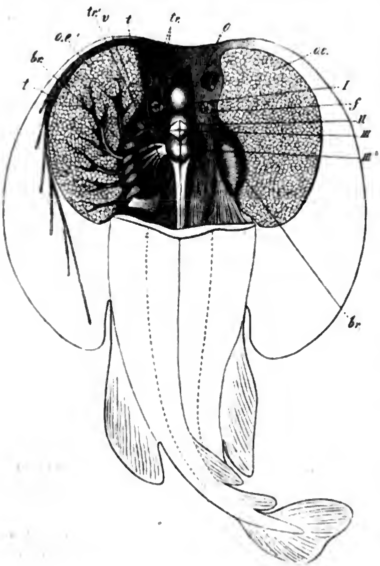
Eigenthümliche nur den Fischen zukommende Apparate stellen die sogenannten electrischen Organe vor, die in anatomischer Hinsicht durch die in ihnen stattfindende Endigung mächtiger Nervenmassen, in physiologischer aber durch die Entwickelung von Electricität wichtig geworden sind.

Sie sind nur bei wenigen Fischen aufgefunden, und diese gehören der Gattung Torpedo unter den Rochen, Gymnotus unter den Aalen, Malapterurus unter den Welsen an, sowie auch Mormyrus ähnliche Organe besitzt, die aber bezüglich der bei den übrigen nachgewiesenen Electricitätsentwickelung noch nicht näher geprüft wurden.

Obwohl in Lage und in dem gröberen anatomischen Verhalten in den einzelnen Gattungen sehr von einander abweichend, kommen alle die erwähnten Organe darin mit einander überein, dass sie aus verschiedenartig gestalteten, durch Bindegewebe abgegränzten und mit einer gallertartigen Substanz gefüllten »Kästchen« zusammengesetzt erscheinen. Zu der einen Fläche dieser »Kästchen« treten die Nerven heran, um feine Netze zu bilden, aus denen schliesslich für jedes Kästchen eine die Nervenendigungen darstellende »electrische Platte« hervorgeht. Haben wir so die Elemente der Organe in ihren wesentlichsten Momenten ken-

nen gelernt, so können wir nun deren Vertheilung näher ins Auge fassen. Die electrischen Rochen (Torpedo) sind jederseits am vorderen Körpertheile zwischen dem Kopfe, den Kiemensäcken und den in weitem Bogen nach vorne ziehenden Flossenknorpeln mit einem platten, die gesammte Dicke des Körpers durchsetzenden Organe versehen (Fig. 167. *oe*), welches oben wie unten nur von dem allgemeinen Integumente und speciell noch von einer derben sehnigen Haut überzogen wird. Ein jedes Organ setzt sich aus zahlreichen parallel neben einander stehenden prismatischen Säulchen zusammen, die ihrerseits wiederum aus einer Reihe auf einander geschichteter Elemente, den oben erwähnten Kästchen, bestehen. Die letzteren sind durch Bindegewebe inniger unter einander vereinigt, und alle empfangen die in die Säulchen eindringenden Nerven von unten her, so dass die freien Flächen der electrischen Platten im gesammten Organe nach oben gerichtet sind.

Fig. 167.



Beim Zitteraal (*Gymnotus electricus*) sind jederseits zwei electrische Organe vorhanden, welche dicht unter der äusseren Haut am Schwanztheile des Körpers liegen, und eine ansehnliche Längenausdehnung besitzen. Von einer aponeurotischen Umhüllungshaut dringen horizontal stehende Lamellen in das Organ, und zerfällen dieses in zahlreiche über einander gelegene Abschnitte, die wiederum durch senkrecht auf die Längsachse des Fisches stehende secundäre Scheidewände in viele schmale, ziemlich hohe und sehr lange

Fig. 167. Electrisches Organ eines Torpedo. *I, II, III, III'* Gehirn. *tr. Nervus trigeminus*. *tr'* Electrischer Ast desselben. *v. N. vagus*. *o.* Augen. *f.* Spritzloch. *o. e.* Electrisches Organ. *t.* Gallertröhren. *br.* Kiemensäcke (rechterseits noch von einem Muskel umhüllt).

Fächer abgetheilt sind, und den oben geschilderten Kästchen entsprechen.

Der Zitterwels (*Malapterurus electricus*) zeigt das electrische Organ mit der den ganzen Körper umhüllenden Hautschwarte in doppelter Aponeurosenhülle verbunden, und symmetrisch in zwei Hälften getheilt. In jedem der Organe verlaufen unzählige Mengen zarter bandartiger Membranen, nur durch geringe Zwischenräume getrennt von dem dorsalen Ende des Organes bis zum ventralen herab, und stellen ebensoviele quer auf die Achse des Fisches stehende Scheidewände vor, die wiederum durch schräge Lamellen vielfach unter einander sich verbinden. Auf diese Weise entsteht ein reiches Fachwerk mit einzelnen scheiben- oder linsenförmigen Hohlräumen, welche eine je ein Nervenende aufnehmende electrische Platte bergen, somit als die Homologa der Kästchen beim Zitterrochen anzusehen sind.

Die Mormyri tragen je ein Paar electrischer Organe zu beiden Seiten des Schwanzes, und zeigen dieselben von länglicher Gestalt, gleichfalls durch senkrechtes Fachwerk in vielfache Kästchen getheilt, die sich ähnlich wie die des Zitterwelses verhalten, und die auch hinsichtlich ihres feineren Baues enge an die übrigen electrischen Organe sich anschliessen. Das gleiche gilt auch von den eigenthümlichen zu beiden Seiten des Schwanzes der »nicht electrischen Rochen« befindlichen Organen, welche mit denselben durch bindegewebige Scheidewände gestützten Kammern versehen sind, und in diesen die Endigungen von Nerven aufnehmende »electrische Platten« beherbergen. Aus diesen anatomischen Verhältnissen ist wohl zu schliessen, dass auch das Schwanzorgan der bisher für nicht electrisch gehaltenen Rochen den electrischen Organen beizurechnen sei.

Die Nerven der electrischen Organe entstammen von sehr verschiedenen Theilen der Centralorgane des Nervensystems. Bei den Zitterrochen erhält jedes einen Ast des Trigeminus (Fig. 167. *tr'*) und vier Aeste, die von dem sogenannten electrischen Lappen des Gehirnes stammen und dem *N. vagus* angehörig gedeutet worden sind. Bei Gymnotus sind es zahlreiche Spinalnerven, und solche treten auch bei den Mormyren und den Rochen ins Schwanzorgan. Am meisten abweichend verhält sich Malapterurus, indem jedes der beiden electrischen Organe nur von einem im Rückenmarke entspringenden Nerven versorgt wird, der sich schon oberflächlich vielfach verästelt*).

*) Der electrische Nerv des Zitterwelses entspringt zwischen dem zweiten und dritten Spinalnerven, und wird nur aus Einer colossalen Primitivfaser gebildet, die von einer dicken Hülle umgeben ist. Alle Verzweigungen der Nerven am und im electrischen Organe beruhen auf Theilungen der Primitivfaser, welcher als Ursprungsstätte eine colossale, vielfach verästelte Ganglienzelle entspricht. Die beiderseitigen Ganglienzellen sind neben einander gelagert.

Als die wichtigsten Elemente der electrischen Organe sind die in den schon anfangs erwähnten Kästchen oder Fächern eingelagerten electrischen Platten anzusehen, flach ausgebreitete, aus verschmolzenen Zellen bestehende Gebilde, in welche die Endigungen der electrischen Nerven übergehen. Es ist immer nur eine Fläche dieser Platten, mit der die Nerven verschmelzen, und diese Fläche ist in allen Platten eines Organes dieselbe. Sie ist zugleich diejenige, die sich electro-negativ verhält, wogegen die entgegengesetzte freie Fläche der Platte electropositiv erscheint. Beim Zitterrochen ist daher die obere Fläche electropositiv, denn der Antritt der Nerven an die in den Kästchen der prismatischen Säulen gelegenen electrischen Platten findet von unten her statt, und auch bei Gymnotus treten sie an die hintere, im Moment der Electricitäts-Entwickelung negative Fläche der Platten, und die vordere, sich positiv verhaltende ist die freie. Die Richtung des Stromes geht daher von hinten nach vorne Bei Malapterurus scheint das Verhalten ein umgekehrtes zu sein, indem nach Dubois-Reymond die Stromesrichtung vom Kopfe zum Schwanze geht, obgleich die Nerven an der hinteren Seite der Platte herantreten, die vordere somit als die freie erscheint. Es hat sich aber herausgestellt, dass je eine Platte von einem Nerven von hintenher durchbohrt wird, und letzterer erst an der vorderen, im Momente des Schlags negativen Fläche an die electrische Platte ausstrahlt, so dass also auch hier die grösste Uebereinstimmung zwischen anatomischem Befunde und physiologischem Verhalten sich herausstellt *).

---

*) Die Herstellung eines Einklanges in den verschiedenen bisher über die electrischen Organe der Fische bestehenden Angaben verdanken wir M. Schultze (siehe dessen vorläufige Mittheilung in den Sitzungsberichten der naturforschenden Gesellschaft zu Halle, Abhandlungen Bd. IV. Heft 2. 3. 1858, dann dessen Abhandlung über die electrischen Organe der Fische in demselben Bande Heft 4 u. Bd. V. 1859). — Auch die electr. Organe von Mormyrus stimmen mit obigem überein. Es ist entweder die vordere Fläche der electr. Platte, oder die hintere, zu der der Nerv tritt, im ersteren Falle aber tritt der Nerv durch ein Loch der Platte, um erst hinten mit ihr zu verschmelzen (*M. dorsalis, anguilloides*), so dass in beiden Fällen das vordere Ende des Organs nach Analogie von *Gymnotus, Malapterurus* und *Torpedo* sich positiv gegen das hintere verhalten wird. Im Schwanzorgane der übrigen Rochen treten die Nerven von vorn zu einem der electr. Platte analogen Gebilde.

Es sind noch folgende Schriften über den Bau der electr. Organe der Fische anzuführen. Savi, *Recherches anatomiques sur le Système nerveux et sur l'organe electrique de la torpille. Paris* 1844. — Robin, *Recherches sur un appareil qui se trouve sur les poissons du genre des Raies, Ann. des Sc. nat. Sér.* 3. *T. VII.* — Ecker, Untersuchungen zur Ichthyologie. Freiburg 1856. — Bilharz, das electrische Organ des Zitterwelses. Leipzig 1857. — M. Schultze in Müller's Arch 1858. pag. 193. — Kölliker, Würzb. Verhandlungen Bd. VIII. p. 2.

Organe der Ernährung.

§. 51.

a) Von den Verdauungsorganen.

Der Verdauungsapparat der Wirbelthiere beginnt mit der nach vorne durch die Kiefer abgegränzten, nach hinten in den Schlund fortgesetzten Mundhöhle. Die Bedeutung derselben erscheint bei den niederen Wirbelthieren von jener der höheren verschieden, indem bei den ersteren noch die Athemorgane (Kiemen) als seitliche Begränzungen hinzutreten, so dass der vor dem Schlunde gelegene Abschnitt je nach der Ausdehnung des Kiemengerüstes verschieden gross erscheint, sowie überhaupt die Mundhöhle der Fische und zum Theile auch der durch Kiemen athmenden Amphibien in ihrer Gestaltung durch das Kiemengerüste wesentlich influenzirt wird. Das durch den Mund aufgenommene und durch die seitlichen Kiemenspalten ausströmende Wasser vermittelt die Athmung und bringt dadurch die Mundhöhle in nähere Beziehung zum Respirationsprocesse. Wenn wir als Mund ausschliesslich jene Oeffnung bezeichnen, welche, wie bei den meisten Wirbellosen, nur den Eingang des Darmcanals bildet, so haben wir bei den Wirbelthieren diese Oeffnung weiter hinten zu suchen, denn auch bei den höheren Wirbelthieren sind die Athemorgane mit der Mundhöhle verbunden, da die Oeffnung der Luftwege in ihr liegt. Wir treffen demnach bei den Wirbelthieren auf eine schon bei Tunicaten vorhandene Erscheinung, indem der vor der Mundöffnung gelegene Abschnitt direct oder indirect bei dem Geschäfte der Athmung betheiligt ist.

Als Organe, welche mit der Aufnahme der Nahrung in enger Beziehung stehen, finden wir mit den Wandungen der Mundhöhle verschiedenartige Gebilde verbunden, theils zum Ergreifen, zum Festhalten und zur Zerkleinerung, theils zum Verschlucken der Speisen dienend. Die letzteren werden vorzüglich durch die Zunge repräsentirt, ein Organ, welches bei den Fischen wenig, mehr bei den Amphibien, Reptilien und Vögeln, am meisten bei den Säugethieren entwickelt ist und wenigstens bei den höheren Classen der vorzüglichste Sitz des Geschmacksinnes wird. —

Die verschiedenen Formen dieses besonders bei Reptilien und Vögeln sehr variirenden Organs sind immer an gewisse Beziehungen zur Lebensweise oder zur Art der Nahrungsaufnahme geknüpft, bieten jedoch vom morphologischen Gesichtspuncte ein minder grosses Interesse, so dass ausser der Erwähnung der allmähligen Ausbildung dieses Organs von den Fischen an bis zu den Säugethieren eine specielle Schilderung der mehr beschreibenden Zootomie überlassen bleiben muss.

Die andere Organreihe umfasst im Allgemeinen die Zahnbildungen. Eine nicht kleine Abtheilung von Wirbelthieren entbehrt dieser Hülfsapparate der Ernährung. Unter den Fischen sind zahnlos Amphioxus, die Lophobranchier und die Störe. Auch bei den Amphibien finden sich

einzelne zahnlose Abtheilungen, so z. B. Pipa, unter den Reptilien die Schildkröten. Zähne fehlen in der ganzen Classe der Vögel und bei den Säugethieren gehen sie den Monotremen und manchen Edentaten ab. Andere, die Walthiere (Bartenwale) besitzen wirkliche Zahnbildungen nur in der Jugend. Dagegen treten in den eben genannten Abtheilungen andere die Stelle der Zähne versehende Gebilde auf, nämlich Modificationen des Epitheliums der Mundschleimhaut, Epidermisgebilde, welche harte, resistente Organe darstellen und in mannichfaltigen Formen erscheinen. Sie unterscheiden sich von den Zahnbildungen, abgesehen von ihrem feineren Baue, vorzüglich durch den Mangel von Kalksalzen. Ihr Gewebe reiht sich in die chemische Gruppe der Horngewebe. Solche Hornzähne besetzen als konische, papillenähnliche Erhebungen den Mund der Cyclostomen, wo sie bei den Petromyzonten sehr zahlreich vorhanden sind. Einen einzigen gekrümmten Hornzahn besitzen die Myxinoiden, bei denen noch auf der Zunge zwei zahntragende Platten hinzukommen. Bei den Schildkröten bildet der Epithelialüberzug der Kiefer derbe Hornscheiden. Dasselbe ist auch am Schnabel der Vögel der Fall. Aehnliche hornige Ueberzüge der Kiefer besitzen unter den Säugethieren die Monotremen, von denen Ornithorhynchus am meisten an die Vögel sich anreiht. Es gehören auch hierher die Kauplatten der Steller'schen Seekuh, sowie die Barten der Wale. Diese bestehen aus breiten, senkrecht vom Oberkiefer entspringenden Hornlamellen, welche dicht neben einander stehen, nach unten sich verdünnen und in zerfaserte Enden auslaufen. Im Fötalzustande werden wirkliche Zähne an der Stelle der Barten getroffen.

Die wahren Zähne sind von der Schleimhaut des Mundes aus in besonderen Follikeln entstehende Gebilde, in Form und feinerer Structur die mannichfaltigsten Verhältnisse aufweisend. Es gehen in der Regel zwei Substanzen in die Zahnbildung ein: das sogenannte Zahnbein, die Hauptmasse des Zahns darstellend, und die Emailsubstanz, welche das Zahnbein überzieht. Dazu kommt noch die besonders bei den zusammengesetzten und schmelzfaltigen Zähnen wichtige Cementsubstanz. Die Zahnfollikel finden sich entweder lose in der Schleimhaut, wobei dann auch die Zähne im fertigen Zustande meist beweglich erscheinen, oder sie senken sich in Knochen ein, welche dann den vollendeten Zahn fixiren. Die Form der Zähne variirt von dünnen, spitzen Bildungen an bis zu breiten Platten, deren speciellere Darstellung für die blossen Ordnungen und Familien von der Zoologie zu berücksichtigen ist. Auch die Orte des Vorkommens sind äusserst mannichfach, doch lässt sich im Allgemeinen für die unteren Classen der Wirbelthiere eine grössere Verbreitung, bei den oberen Classen dagegen eine allmählige Beschränkung auf einzelne Knochen erkennen.

Zahntragend sind bei den Fischen, ausser den Kieferknochen, noch die Gaumenbeine, das Pflugscharbein, der Körper des Keilbeins, Zungenbein und Kiemenbogen. Von letzteren sind die beiden hintersten auch bei jenen Fischen, welche an den übrigen Mundtheilen der Zähne ent-

behren, mit Zahngebilden ausgerüstet und stellen sogar, da ihnen die Kiemenblättchen abgehen, blosse Schlundzähne vor (*Ossa pharyngea inferiora*) (vergl. oben Fig. 146). Die genannten zahntragenden Stücke sind jedoch nicht in allen Fällen mit Zähnen versehen; häufig sind es nur einzelne von ihnen, wie schon aus dem vorhin Erwähnten ersichtlich ist. Bei den Amphibien sind nur noch Gaumenbeine und Pflugscharbein neben den Kieferknochen zahntragend, und ausnahmsweise kommt auch noch der Keilbeinkörper hinzu. Gaumenzähne finden sich unter den Reptilien nur bei Schlangen und Eidechsen, während die Crocodile in dem auf Zwischen-, Ober- und Unterkiefer beschränkten Vorkommen der Zähne mit den Säugethieren übereinstimmen*).

Der Darmcanal der Wirbelthiere liegt in der Leibeshöhle und wird von der diese auskleidenden Membran, dem Peritonäum, bis auf seinen ersten und letzten Abschnitt überzogen und durch dasselbe zugleich an die untere Fläche des Rückgrates befestigt. Das Peritonäum bildet somit um den Darmcanal eine Duplicatur und erscheint an jenen Stellen, wo die beiden Blätter an einander liegen, als Mesenterium. Es ist dieses um so mehr entwickelt, als der Darmcanal sich von der Wirbelsäule entfernt und durch eine die Eingeweidehöhle übertreffende Längenentwickelung sich in Windungen legt. Sehr häufig fehlt in den niederen Abtheilungen der Wirbelthiere das Mesenterium auf längere Strecken, so dass das Darmrohr daselbst völlig frei in die Leibeshöhle zu liegen kommt.

Die Leibeshöhle ist mit Ausnahme verschiedener Fische nach aussen geschlossen. Bei jenen finden sich einfache oder doppelte Oeffnungen vor, welche theils einen Eintritt des Wassers in die Leibeshöhle gestatten, theils auch zur Ausleitung der Geschlechtsproducte dienen. Ein solcher *Porus abdominalis* liegt bei Amphioxus vor dem After. Auch bei Lepidosiren findet sich eine ähnliche Oeffnung vor. Zwei Oeffnungen sind bei den Selachiern, Ganoiden, den Aalen, Lachsen und einigen anderen Fischen vorhanden, und bei den Reptilien findet sich diese Erscheinung noch theilweise, so z. B. bei den Crocodilien, während die sich beiderseits neben dem Rectum gegen die Cloake erstreckenden Peritonealcanäle der Schildkröten am Grunde blind geendigt sind.

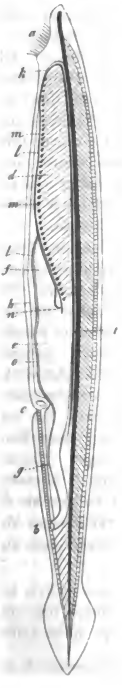
Complicationen des Darmcanales erscheinen erstlich durch eine die Leibeshöhle übertreffende Längenentwickelung, wobei das Darmrohr rohr sich in Windungen legt; dann durch veränderte Textur der Wandungen, reichlichere Entwickelung der Muskelschichten oder eigenthümliche Bildungen der Schleimhaut, endlich durch Veränderungen des Lumens einzelner Abschnitte, so dass engere und weitere Theile, auch seitliche zu Blinddärmen führende Ausstülpungen entstehen.

Es sind die einzelnen Abtheilungen des Darmcanals bei den verschiedenen Classen nur durch die Berücksichtigung der Entwickelungs-

*) Ueber Zähne der Wirbelthiere: Owen, Odontographie, London 1840. — Giebel, Odontographie, Leipzig 1853.

geschichte auf einander zurückzuführen. Wir unterscheiden demgemäss einen Munddarm, aus dem Oesophagus und Magen sich bildet, einen Mitteldarm, welcher in den höheren Wirbelthierclassen den Dünndarm und einen Theil des Colons hervorgehen lässt, endlich einen Enddarm, der vorzüglich das Rectum repräsentirt.

Fig. 168.



Die einfachste Darmform besteht bei den Fischen, und hier ist es wieder Amphioxus, welcher die niederste Bildung zeigt, indem das unter dem Rückgrate verlaufende, vom hinteren Ende des langen Kiemensackes (Fig. 168. *d*) entspringende Darmrohr nach Aufnahme eines als Leber zu deutenden, nach vorne gerichteten Blindsackes (*f*) sich bis zum Schwanze erstreckt und dort mit einem seitlich gelegenen After (*b*) endet. Auch bei anderen Fischen besitzt das Darmrohr häufig einen geraden Verlauf, so bei den Myxinoiden und bei Lepidosiren, wo es der einzelnen Abschnitte entbehrt. Es tritt aber auch da schon eine Differenzirung auf, indem der erste Abschnitt als erweiterter Schlund erscheint und der folgende durch eine engere klappenartig vorspringende Stelle von dem ferneren Darme schärfer abgegränzt ist. Die Verengerung erscheint als Pylorus. Der vor ihr gelegene Theil kann als Magen bezeichnet werden. — Bei den meisten Fischen geht die trichterförmige Speiseröhre (Fig. 169. *o*) unter allmähliger Erweiterung in den Magen über, und dieser lässt vorzüglich zweierlei Formen erkennen; entweder wird er von einer Erweiterung des Darmrohrs dargestellt, die oft nur durch einen klappenartigen Vorsprung in der Pylorusgegend von dem übrigen Darme geschieden ist (bei den meisten Selachiern, den Pleuronectiden, Gadiden, Cypriniden, Salmoniden), oder er besteht aus einem nach hinten gerichteten Blindsacke, in welchen sich die *Portio cardiaca* direct verlängert, und aus dem dicht neben der Cardia der kurze, meist engere Pylorustheil hervorkommt. Nur selten zeigt der Pylorustheil eine sackartige Ausstülpung (wie z. B. bei Lophius) *).

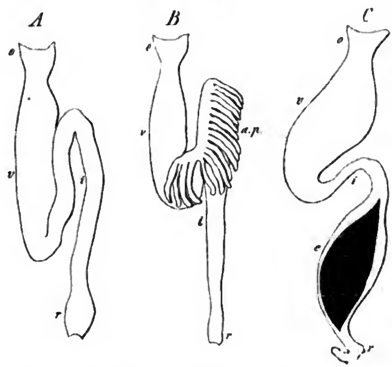
Fig. 168. *Amphioxus lanceolatus*, $2\frac{1}{2}$ mal vergrössert. *a.* Mundöffnung von Cirrhen umgeben. *b.* Afteröffnung. *c.* Abdominalporus *d.* Kiemensack. *e.* Magenartiger Abschnitt des Darms. *f.* Blinddarm. *g.* Enddarm. *h.* Allgemeine Leibeshöhle. *i.* *Chorda dorsalis*, darunter die Aorta. *k.* Aortenbogen. *l.* Aortenherz. *m.* Anschwellungen der Kiemenarterien. *n.* Hohlvenenherz. *o.* Pfortaderherz. (Nach Quatrefages.)

*) Eigenthümliche Ausstülpungen von der ventralen Seite der Speiseröhre gehen bei verschiedenen Plectognathen (*Diodon*, *Tetrodon* etc.) aus und bilden mehrere bis

Der Pylorus wird in der Regel wiederum durch eine Klappe von dem Mitteldarme abgegränzt.

Am Anfange des letzteren finden sich häufig blinddarmartige Anhänge, die sogenannten *Appendices pyloricae* (Fig. 169. *B ap*). Sie besetzen eine verschieden lange Strecke des Mitteldarms und sind in sehr verschiedener Zahl vorhanden, sowie auch ihre Grösse sehr variirt. Bald mündet jeder gesondert in den Darm, bald vereinigen sich mehrere zu grösseren Stämmen, wodurch dann verästelte Bildungen entstehen. Die geringste Zahl kommt bei Ganoiden und Pleuronectiden vor. Die meisten finden sich bei den Clupeiden. Nicht selten werden sie durch Bindesubstanz zu einer Masse vereinigt und erscheinen dann wie eine compacte Drüse.

Fig. 169.



Die Bedeutung dieser Pylorusanhänge ist noch wenig aufgeklärt. Sie wurden früher für Aequivalente einer Bauchspeicheldrüse genommen, bis man das wirkliche Pancreas der Fische entdeckt hat. Da ihre Wände mit dem Baue der übrigen Darmwandungen übereinstimmen, so sind sie als Ausstülpungen des Darmcanals anzusehen, denen bei der reichlichen Absonderung ihrer Schleimhaut wohl die Bedeutung von Drüsenorganen zukommen muss*).

Während der Magen in der Regel gerade liegt und nur selten mit seiner Längsachse eine völlig quere Stellung einnimmt, bietet das vom Pylorus entspringende Darmstück bis zum Rectum hin je nach seiner

Fig. 169. Darmcanal von Fischen. *A.* von *Gobius melanostomus*. *B.* von *Salmo*. *C.* von *Raja*. *o* Pharynx. *v.* Magen. *i.* Darm. *r.* Rectum. *ap.* Pylorusanhänge. *c.* Spiralklappendarm.

---

weit in die Bauchgegend nach abwärts sich erstreckende Säcke, die mit Luft angefüllt dem Thiere als hydrostatischer Apparat zu dienen scheinen.

*) Ueber die verschiedenen Formen des Darmcanals der Fische muss besonders auf die Untersuchungen Rathke's hingewiesen werden. Beiträge zur Geschichte der Thierwelt. 2. Abthl. Halle 1824. Müll. Archiv. 1837.

Länge verschiedene Lagerungsverhältnisse, vom einfachen Auf- und Absteigen (*A*, *i*) bis zu vielfacher Schlingenbildung dar.

Die Wandungen der einzelnen Abschnitte des Darmcanals sind häufig durch Dicke von einander ausgezeichnet, am meisten ist in dieser Hinsicht noch der Magen unterscheidbar, der bei manchen (z. B. Mugil) eine bedeutende Muskelschicht empfängt. — Die Vergrösserung der Schleimhautoberfläche geschieht fast überall durch Längsfalten, die besonders stark im Oesophagus der Raubfische entwickelt sind. Ringförmige Faltenbildungen sind im Ganzen selten*), dagegen findet sich eine aus solcher Oberflächenvermehrung entspringende eigenthümliche Einrichtung bei einem Theile der Cyclostomen (Petromyzon) angedeutet, bei Ganoiden, Chimären, Selachiern und den Dipnois in vollkommener Entfaltung. Es stellt diese eine verschieden stark spiralig gewundene Längsfalte dar, die einen grossen Theil des meist auch erweiterten, vor dem kurzen Rectum gelegenen Darmabschnittes (Fig. 169. *C c*) einnimmt und als »Spiralklappe« bezeichnet wird**). Dieselbe ist bei einigen Haien (Carcharias, Thalassorhinus) dahin modificirt, dass sie nicht schraubenförmig, sondern in ganzer Länge gerollt ist. Sie birgt auch hier wie bei Petromyzon die Darmvene.

Der letzte Abschnitt oder Enddarm (Fig. 169. *r*), dem Rectum der höheren Wirbelthiere entsprechend, ist immer von beträchtlicher Kürze, entweder ohne weitere Auszeichnung oder von umfangreicher Form und kann sogar mit einer blindsackartigen Ausstülpung (*Bursa Entiana*) versehen sein (Selachier). Seine Bedeutung ändert er bei den Selachiern, indem er hier noch die Ausführgänge des Urogenitalapparates aufnimmt und so zur »Cloake« wird.

Fig. 170.



Der Darmcanal der Amphibien und Reptilien bietet durch die geringe Differenzirung seiner Abschnitte, sowie durch die nur selten beträchtliche Längenentwicklung einen engen Anschluss an jenen der Fische dar. Als ein einfaches, nicht einmal eine den Magen repräsentirende Erweiterung besitzendes Rohr erscheint er bei Proteus und anderen Perennibranchiaten, dagegen gränzt sich schon bei den Salamandrinen ein continuirlich aus der weiten Speiseröhre hervorgehender Magen (Fig. 170. *v*) vom übrigen Darmcanale ab. Ein solcher nach vorne gerade in die weite Speiseröhre (*oe*) übergehender Magenschlauch bleibt überhaupt für beide Classen charakteristisch, und ist durch seine nur bei einigen Batrachiern und den Schildkröten einer Querstellung weichenden Längsrichtung eine fast durch-

Fig. 170. Darmcanal von *Menobranchus lateralis*. *p*. Pharynx. *oe*. Speiseröhre. *v*. Magen. *i*. Darm. *r*. Rectum. (Nach Otto.)

*) Sie bestehen bei einigen Clupeiden.
**) Die Spiralklappe fehlt bei *Lepisosteus*.

greifende Eigenthümlichkeit, durch welche der Beginn einer weiteren Differenzirung angezeigt wird.

In dieser Hinsicht stehen die Schlangen am tiefsten, denn es ist hier nur die grössere Weite wodurch der Magen vom Darm äusserlich unterschieden wird. Bei den Sauriern hebt sich der Pylorustheil des Magens etwas nach vorne, und ebenso bei den Schildkröten, so dass dadurch eine grosse und kleine Curvatur unterscheidbar wird. Diese Verhältnisse sind am stärksten bei den Crocodilen ausgeprägt, deren rundlicher Magen nicht allein schärfer von dem engeren Oesophagus sich absetzt, sondern auch durch die starke Entwickelung seiner jederseits durch eine sehnige Scheibe ausgezeichneten Muskelwandungen, wie durch die bedeutende Näherung von Cardia und Pylorus an eine in der nächst höheren Classe — bei den Vögeln — sich verbreitende Magenbildung enge anschliesst*).

Der Pylorustheil des Magens wird schon bei einigen Amphibien (z. B. Coecilien, Pipa) durch eine ringförmige Falte vom Duodenum abgegränzt und unter den Reptilien ist die Valvula Pylori beständig geworden.

Der übrige Darmcanal ist bei den Amphibien nur durch grössere Enge und dünnere Wandungen ausgezeichnet und zeigt seinen Endabschnitt, das Rectum, immer ansehnlich erweitert (Fig. 170. *r*), häufig sogar durch eine Klappe vom vorhergehenden Abschnitte abgegränzt. Windungen sind in verschiedenem Grade ausgebildet, bei Pflanzenfressern beträchtlich vermehrt, und selbst bei jenen Amphibien, die als Larven auf vegetabilische Nahrung angewiesen sind, tritt an dem in diesem Stadium relativ sehr langen, eigenthümlich spiralig gewundenen weiten Darmrohre eine allmählige Reduction ein, wie diess bei Fröschen u. s. w. leicht zu beobachten ist.

Die Windungen sind unter den Reptilien bei Schlangen und Eidechsen (namentlich den Amphisbänen und schlangenartigen Sauriern) am wenigsten zahlreich, vermehrt bei Schildkröten und Crocodilen, der Enddarm ist wieder nur durch seine grössere Weite unterschieden und in seiner oberen Gränze bei manchen durch einen klappenartigen Vorsprung ausgezeichnet.

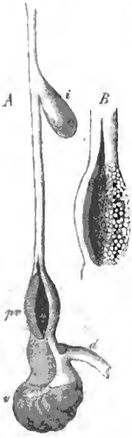
Die Schleimhautauskleidung des gesammten Darmrohrs zeigt bei den Amphibien noch ähnliche Faltenbildung wie bei den Fischen, und selbst bei Schlangen und Crocodilen ist es nur die stärkere Entwickelung oder auch die Kräuselung dieser Falten, wodurch einzelne Darmabschnitte (der Dünndarm) charakterisirt werden. Bei Schildkröten und Sauriern kommen daselbst schon netzförmige Vorragungen vor, und durch partielle Erhebungen auf denselben entstehen zottenähnliche Formen, die wie gewisse, durch ringförmige Querfalten im Dickdarme verschiedener Sau-

*) Am Pylorustheile des musculösen Magens findet sich noch eine zweite kleinere Abtheilung, die ihr Homologon ebenfalls nur unter den Vögeln besitzt.

rier ausgezeichnete Abschnitte die ersten Anfänge erst bei den höheren Classen durchgreifender Bildungen sind.

Die Mannichfaltigkeit der Abtheilungen des Darmcanals vermehrt sich ansehnlich bei den Vögeln. Die verschieden weite, der Länge des Halses correspondirende Speiseröhre ist in vielen Fällen mit einem »Kropf«*) (*ingluvies*) versehen, der entweder eine einfache oder doppelseitige Aussackung, oder eine continuirliche Erweiterung vorstellt (Fig. 171. *i*). Raubvögel und Körnerfresser zeigen ihn am meisten ausgebildet. Der darauf folgende gewöhnlich engere Theil des Oesophagus geht in den Magen über, an welchem zwei Abschnitte unterscheidbar sind. Der erste den Vormagen (*proventriculus*) darstellende Abschnitt (Fig. 171 *pv*) ist immer durch die reichliche Entwickelung einer Drüsenschicht ausgezeichnet, die seinen Wandungen oft eine beträchtliche Dicke verleiht (Fig. 171. *B*). Er geht entweder continuirlich aus dem Oesophagus hervor und es ist sein Anfang weder durch Form noch Dicke der Wandung von jenem unterschieden (z. B. bei den fischfressenden Schwimmvögeln) oder er gränzt sich besonders durch die Drüsenschichte scharf von dem vorhergehenden Abschnitte ab. Seine Grösse ist sehr verschieden, relativ am beträchtlichsten wohl beim Strausse, dessen zweiten Magenabschnitt er ums vierfache übertrifft. Morphologisch muss dieser Abschnitt als eine Modification des untersten Endes der Speiseröhre betrachtet werden. Was die Drüsen angeht, so stehen diese entweder dicht bei einander, bilden eine ringförmige Zone, oder sie sind gruppenweise über den ganzen Abschnitt vertheilt.

Fig. 171.



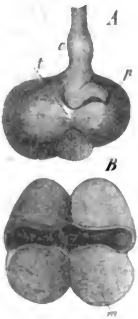
Der weiter nach abwärts gelegene zweite Abschnitt stellt den vorzüglich zum Zermalmen der Nahrung fungirenden Muskelmagen vor, einen länglichen oder rundlichen Sack, dessen Oeffnung in den Vormagen dicht neben der in das Duodenum (*d*) leitenden Pylorusöffnung liegt, und dessen Wände von zwei Seiten her durch eine stark entwickelte Muskelschicht verdickt sind. Die Stärke dieser jederseits auf der Mitte der

Fig. 171. *A*. Speiseröhre und Magen der Trappe. *i*. Kropf. *pv*. Vormagen (geöffnet). *v*. Muskelmagen. *d*. Duodenum. *B*. der Vormagen mit den zu der einen Seite des Längsschnittes präparirten Drüsen.

*) In der Regel ist der Kropf durch Drüsen ausgezeichnet. Diese stellen besonders in dem doppelsackigen Kropfe der Tauben eine periodisch (während des Brutens) mächtig sich entwickelnde Schichte dar.

Oberfläche mit einem sehnigen Centrum (Fig. 172. *A*, *t*) versehenen Schichten wechselt nach der Nahrungsweise der Vögel, so dass sie bei den Raubvögeln am geringsten, bei den von Körnern u. s. w. lebenden Schwimm- und Hühnervögeln am beträchtlichsten erscheint (vergl. Fig. 172. *B*, *m*). Zur Zerkleinerung der Nahrung wird dieser Abschnitt noch vorzüglich geeignet durch einen hornartig festen, oft in Platten (Reibplatten) abgesonderten innern Ueberzug, der als eine von dem darunterliegenden Drüsenepithel dargestellte Cuticularbildung sich ergeben hat.

Fig. 172.



An der Pylorusöffnung ist bei vielen Vögeln (Strauss, Hühner u. s. w.) eine Klappe vorhanden, die gegen das Duodenum abschliesst. Bei einigen (Ardea, Pelecanus, Carbo, Aptenodytes) bildet sich an dieser Stelle ein dritter Magenabschnitt, der in seiner Anlage dem Nebenmagen der Crocodile nahe steht.

Der übrige Darmcanal bildet ein im geringsten Falle die doppelte Körperlänge erreichendes in Dünn- und Dickdarm geschiedenes Rohr. Der erstere ist meist in regelmässige Schlingen gelegt, wovon die erste, das Pancreas umfassende, einem Duodenum gleichkommt, und wird von dem nur wenig langen, und daher eigentlich nur dem Rectum der Säugethiere vergleichbaren Dickdarme durch eine innere Ringklappe, sowie durch die Insertion zweier Blinddärme abgegränzt. Die Ausbildung dieser meist paarigen, selten ganz fehlenden Coeca zeigt sehr verschiedene Grade*).

Das Ende des Dickdarms mündet in eine, auch den Urogenitalapparat aufnehmende Cloake, wie sie in ganz ähnlicher Weise auch bei Amphibien und Reptilien besteht. Eine solche Vereinigung der Endabschnitte verschiedener Organsysteme zu gemeinsamer Ausmündung greift unter den Säugethieren nur in der Ordnung der Monotremen Platz, und bei den übrigen kommen discrete Oeffnungen zu Stande.

An der Schleimhaut des Darmrohres der Vögel sind vorzüglich die Längsfalten vorherrschend, die im Dünndarm nicht selten in genetzte Bildungen übergehen, und endlich wiederum zu kleinen getrennten Erhebungen oder Zotten führen, die selbst noch im Anfange des Rectums vorhanden sind.

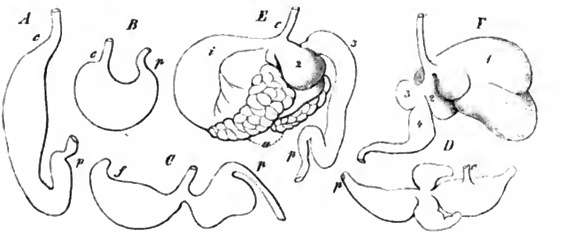
Fig. 172. Magen des Schwans. *A*. seitlich. *c*. Vormagen. *t*. Sehnenscheibe. *p*. Pylorus. *B*. Derselbe Magen durchschnitten und die beiden Hälften auseinandergeschlagen, um die Dicke der beiderseitigen Muskellagen (*m*) zu zeigen.

*) Sehr lang sind sie bei den Hühner-Vögeln, kürzer bei Schwimm-, Stelz- und Singvögeln, bei vielen Klettervögeln werden sie vermisst. Ein einziger, spiralig gedrehter Blinddarm kommt bei Reihern vor, und beim Strausse besitzt jeder der beiden Blinddärme eine im Innern spiralig vorspringende Falte.

Die im Allgemeinen grössere Länge des Darmcanals der Säugethiere (besonders bei Pflanzenfressern ausgeprägt), sowie die Bildung noch zahlreicherer an Form, Grösse wie Structur, differenter Abschnitte bildet bemerkenswerthe Unterschiede von den übrigen Wirbelthieren. Kropfartige Erweiterungen der Speiseröhre fehlen durchaus*), dagegen bietet sogleich der folgende Abschnitt, der Magen, eine Reihe von Gestaltungen, die, auf dem Principe der Functionstrennung beruhend, diesen Theil des Verdauungsapparates in manchen Ordnungen als den complicirtesten erscheinen lassen.

Durchgehen wir die vielfältigen Formen dieses Organes, nur die wichtigsten davon näher ins Auge fassend, so erscheint uns die einfachste Form bei den Robben, bei denen der Magen bis auf das wieder nach oben gekrümmte Pförtnerende eine senkrechte Lage einnimmt (Fig. 173. *A*). In eben so einfacher Form, aber mit allmählicher Querstellung und grösserer Entwickelung der grossen Curvatur erscheint er noch bei

Fig. 173.



den meisten Carnivoren (*B*), während bei den Monotremen, Beutelthieren, Edentaten ein Magenblindsack sich entwickelt, der ihn bei den Affen u. a. sogar der menschlichen Magenform annähert.

Durch stärkere Entwickelung des Blindsacks bildet sich eine andere, mit einer Ausdehnung in der Länge verbundene Form aus, wie bei einigen Pachydermen (Elephant, Nashorn). Die complicirteren Magenformen beginnen mit jenen, wo durch eine Quereinschnürung ein Cardia- und Pylorustheil geschieden wird (viele Nager) (*C*), und durch secundäre

Fig. 173. Magenformen verschiedener Säugethiere. *A.* von Phoca. *B.* von Hyaena. *C.* von Cricetus. *D.* von Manatus. *E.* von Camelus. *F.* von Ovis. *c.* Cardia *p.* Pylorus.

*) Sie werden gewissermassen vertreten durch das Vorkommen seitlicher Ausstulpungen der Mundhöhle, wie solche als Backentaschen bei Nagern und Affen bestehen.

Erweiterungen*) des einen oder des anderen Abschnittes noch blindsackartige Anhänge (*D*) hinzutreten (Manatus).

Eine derartige Theilung des Magens kann nun nach zwei Richtungen verfolgt werden und führt in dem einen Falle unter gleichzeitiger Längenentwickelung und Krümmung des Magens zur Bildung von Haustris, jenen am Colon des Menschen ähnlich (Semnopithecus, Halmaturus); in dem andern Falle kommen neben einem grösseren noch mehrere kleinere, auch meist in der Structur von einander verschiedene Abschnitte zum Vorschein, wie bei den Cetaceen und Wiederkäuern. In beiden wird durch den Magenblindsack eine grosse Cavität gebildet, auf welche bei den Walthieren durch Divertikel an dem längern Pylorusstücke eine Anzahl von kleinen, durch enge Oeffnungen communicirenden Abschnitten folgen**), die bezüglich ihres Baues auf keine functionellen Verschiedenheiten schliessen lassen. Die letzteren bestehen dagegen an den 3—4 Magenabschnitten der Wiederkäuer und stehen hinsichtlich ihres Baues mit dem Processe der Rumination in enger Verbindung.

Der erste grössere, wie oben erwähnt, dem Cardiatheile entsprechende functionell einem Kropfe gleichkommende Abschnitt (Fig. 173. *E*, *F*, 1) dient zur ersten Aufnahme der Nahrung. Er wird als Pansen (Rumen) bezeichnet, und steht dicht neben der Cardia mit dem zweiten, dem Netzmagen (Haube, Ollula, Reticulum), in Zusammenhang (2), dem der dritte (*E*3) oder Blättermagen (Psalterium Omasus) benachbart ist.

Auf diesen den Kamelen und Lamas fehlenden Theil folgt endlich der Labmagen (Abomasus) (*F* 4). Durch den Schluss eines von der Einmündung des Oesophagus in den Netzmagen bis zur Oeffnung in den Blättermagen gehenden Halbcanals (der sogenannten Schlundrinne) kann der wiedergekaute Bissen vom Oesophagus direct in den Blättermagen geleitet werden, während durch das Offenstehen der Furche der Eintritt des frisch aufgenommenen Futters in den Pansen und Netzmagen gestattet wird***).

Der übrige Darmcanal lässt bei den Säugethieren Dick- und Dünndarm unterscheiden, Theile, die nicht allein durch ihre Weite, sondern

---

*) Aehnliche Erweiterungen kommen auch bei verschiedenen Nagern vor. Vergl. Retzius in Müll. Archiv 1841.

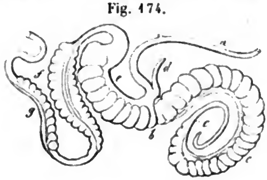
**) Die Form und Zahl dieser Abschnitte ist sehr verschieden; z. B. bei Hyperoodon sind nach Vrolik deren sechs am Pylorustheil vorhanden, so dass der gesammte Magen aus 7 Höhlen besteht.

***) Eine ähnliche das Wiederkauen regulirende Schlundrinne besitzen ausserdem noch die Kanguruh's, die Faulthiere und Siebenschläfer.

Die Bezeichnungen Netz- und Blättermagen beziehen sich auf die Bildung der Magenschleimhaut. Der den Magensaft (Lab) absondernde Abschnitt ist der *Abomasus*, indess den übrigen mehr zur eigentlichen Verdauung vorbereitende Functionen zukommen. Vom Magen der Kamele sind noch die am Rumen befindlichen Divertikel (Fig. 173. *Ea*) zu erwähnen, die, obgleich anderer Bedeutung, gewöhnlich als »Wasserzellen« aufgeführt werden.

auch durch ihre Structur verschieden sind, und von denen der Dickdarm von dem gleichnamigen Theile anderer Wirbelthiere wesentlich durch seine grössere Länge sich auszeichnet. Wo beide in einander übergehen fügt sich noch eine blindsackartige vom Colon meist durch eine Klappe geschiedene Bildung an, der **Blinddarm**, der in den einzelnen Abtheilungen ausserordentliche Verschiedenheiten zeigt. Ganz unbedeutend ist er bei den fleischfressenden Säugethieren entwickelt, manchen fehlt er gänzlich*), während die Omnivoren ihn von grösserer, die Herbivoren sogar von beträchtlicher Ausdehnung besitzen**). Eine Vermehrung der Coeca ist bei einigen Nagern (Fig. 174. *c d*) und bei Manatus beobachtet. Im übrigen ist der Dickdarm bei den meisten Säugethieren durch die Bildung von Divertikeln (*Haustra coli*) ausgezeichnet, welche auf grössere oder kürzere Strecken vorkommen, ja selbst mit einfacheren Abschnitten alterniren (Fig. 174. *e f g*) können.

Fig. 174.



Die Innenfläche des Darmcanals ergibt ausser der schon oben erwähnten dem Magen zukommenden Eigenthümlichkeit, vor allem eine durch Längs- wie durch Querfalten gebildete Flächenvergrösserung, zu der die über den ganzen Dünndarm verbreitete Zottenbildung kommt. Die letzten in den mannichfaltigsten Formen aus den einfachen Falten sich hervorbildend und vielfach als breite lamellöse Vorragungen auftretend, werden im Dickdarm spärlicher, oder sind daselbst gänzlich geschwunden.

Mit dem Darmcanale aller Wirbelthiere steht eine Anzahl drüsiger Organe in Verbindung, die entweder eng seinen Wandungen angefügt sind, gewissermaassen Theile derselben ausmachen, oder nur durch ihre Ausführgänge an verschiedenen Stellen seines Verlaufes mit ihm in Beziehung sind.

Die ersteren stellen die Drüsen der Darmschleimhaut vor, die letzteren sind Mundspeicheldrüsen, Leber und Pancreas.

Hinsichtlich der **Drüsen der Darmschleimhaut** haben wir vor allem jene am Eingange des Darmrohrs hervorzuheben, die als einfache Schleimdrüsen schon bei den Amphibien (Frosch, Salamander) an der

Fig. 174. Blinddarm und Colon von *Lagomys pusillus*. *a*. Dünndarm. *b*. Einmündung des grösseren, *c*. und des kleineren *d*. Blinddarms. *e f g*. Divertikel des Colons. (Nach Pallas.)

*) Er fehlt den fleischfressenden Cetaceen, Insectivoren, Carnivoren und Beutelthieren.

**) Frugivore Beutler, Einhufer, Pachydermen (*Elephas, Rhinoceros*) und verschiedene Nager besitzen ihn von beträchtlicher Grösse.

Zungenbasis vorkommen und in grösserer Verbreitung bei den Reptilien beobachtet sind. Bei den Vögeln und Säugethieren sind sie zahlreicher und erstrecken sich auch den Oesophagus herab. Am beständigsten im Vorkommen, nur in der Form vielfach verschieden, sind die Drüsen des Magens, die bei Fischen*), Amphibien und Reptilien meist einfache Schläuche darstellen, bei den Vögeln schon als mehrfache Formen auf die beiden Magenabschnitte vertheilt erscheinen, und auch bei Säugethieren an der *Portio cardiaca* und *P. pylorica* verschiedene Drüsenformen erkennen lassen, von denen die als »Labdrüsen« bekannten in der Regel eine wesentliche Zugabe des Pylorusabschnittes sind, so dass der »Labmagen« der Wiederkäuer nur die selbständiger ausgebildete *Portio pylorica* des einfachen Magens darstellt. Wir können dieses Verhalten einer continuirlichen Bildungsreihe angehörig betrachten, neben der eine andere im Anschluss an die Magenbildung der Vögel einhergeht.

Sie besteht darin, dass in oder an der Cardialportion eine besondere Drüsenschichte sich entwickelt, die z. B. beim Bieber an der kleinen, bei Manis an der grossen Curvatur vorkommt, und beim Siebenschläfer den oben schon erwähnten Vormagen einnimmt.

Für den übrigen Darmcanal erscheinen die Anfänge der bei Vögeln und Säugethieren in grosser Ausdehnung vorhandenen schlauchförmigen Drüsen (Lieberkühnsche Drüsen) durch einfache Grübchen angedeutet, die graduell auch hier in drüsenähnliche Schläuche an einzelnen Stellen übergehen. Die traubigen Schleimdrüsen (Brunnersche Drüsen) des Duodenum scheinen nur den Säugethieren eigenthümlich zu sein, denn die von Leydig bei Chimären und Selachiern näher beschriebenen gehören schon durch ihre Einmündung in den Afterdarm einer anderen Drüsengruppe an.

Es bleibt nun noch eine am Darmcanal vorkommende Drüsenform zu erwähnen, nämlich jene, die als »geschlossene Follikel« bekannt sind, theils in Haufen gruppirt, theils in solitärer Verbreitung. Der gleichmässige Bau, den diese Follikel mit jenen dem Lymphgefässsystem angehörigen Bildungen besitzen, rechtfertigt es, sie als Lymphdrüsen des *Tractus intestinalis* zu bezeichnen, wie diess vor kurzer Zeit von Leydig**) geschah. Bei Fischen, Amphibien und Reptilien fehlen sie bis auf einige bei Selachiern und Chimären bestehende Andeutungen, die zwischen Schädelbasis und Rachenschleimhaut und in der Schleimhaut des Schlundes getroffen worden sind. Vögel und Säugethiere besitzen sie in grosser Verbreitung, bei letzteren stellen sie wie beim Menschen in der Mundhöhle jederseits eine in die Bogen des Gaumensegels eingebettete Masse dar: die sonst nur bei Crocodilen in ähnlicher Weise vorhandenen Tonsillen. Im übrigen sind sie über den ganzen Darm in einzelnem Vor-

*) Nur den Cyclostomen geben sie ab.

**) Lehrbuch der Histologie p. 320.

kommen zu treffen, im Dünndarm (Ileum) sogar zu grösseren Haufen, den Peyerschen Drüsenhaufen, gruppirt.

Speicheldrüsen. Diese in die Mundhöhle mündenden Drüsenorgane erscheinen erst bei den Reptilien und zeigen hier zugleich jene, schon bei Wirbellosen (vergl. pag. 238) ausgeführte Trennung ihrer Bedeutung in wahre Speicheldrüsen und Giftdrüsen. Die letzteren liegen bei den Giftschlangen hinter und unter dem Auge, oft mit einer besonderen musculösen Hülle ausgestattet und senden ihren Ausführgang in die Basis des Giftzahnes. Eine dieser entsprechende Drüse ist, obschon kleiner und einfacher, auch bei mehreren mit Furchenzähnen versehenen Schlangen (*Suspecti*) vorhanden, wo sie mit den die grösseren Speicheldrüsen vertretenden einzeln ausmündenden Schläuchen der oberen Lippendrüsen verbunden ist. Solche kommen auch am Unterkiefer vieler Reptilien vor, bei Schildkröten noch durch eine grössere, eine *glandula sublingualis* darstellende Masse vermehrt. Erst bei den Vögeln wird die Unterzungendrüse constant, ja es kommt noch jederseits eine zuweilen bis in die Orbita reichende Parotis hinzu, während die Submaxillardrüsen meist noch in der Mehrzahl (zu 2 Paaren) vorhanden sind. Die geringste Entwickelung zeigen diese Drüsen bei den Schwimmvögeln, einigen werden sie gänzlich abgesprochen, und ebenso fehlen sie unter den Säugethieren den fleischfressenden Walthieren und auch bei Phoken sind sie nur gering entwickelt*).

Die Leber zeigt ihre stufenweise Entwickelung im Bereiche der Wirbelthiere viel weniger deutlich, als wir es bei den Wirbellosen trafen, so dass sie fast immer ein discretes, nur durch ihre Ausführgänge mit dem Darmcanale verbundenes Organ vorstellt, welches seine engeren Beziehungen zu jenem nur in den ersten Entwickelungszuständen als ein von der Darmwand aus entstehende Wucherung offenbart. Um so wichtiger ist es, dass wenigstens bei Einem Wirbelthiere noch eine an niedere Bildungen erinnernde Leberform existirt, bei Amphioxus nämlich, dessen Leber nur durch einen vom Darmrohre nach vorne abtretenden Blindschlauch (Fig. 168. *f*) dargestellt wird, ähnlich wie bei gewissen Mollusken (vergl. pag. 338).

Unter den übrigen Wirbelthieren erscheint die Leber als ein einheitliches, meist sehr voluminöses Organ, welches durch Theilung in Lappen in einzelne, jedoch fast immer zusammenhängende Abschnitte zerfällt wird**). Bei den Fischen treffen wir sie bald nur als eine einzige ungelappte Masse (viele Knochenfische, Petromyzon), bald aus zwei Lappen bestehend (Selachier, viele Knochenfische), bald ist sie in eine grössere

*) Die grösste Ausbildung der Speicheldrüsen findet sich bei den Monotremen (Echidna) einigen Edentaten und den Pflanzenfressern.

**) Nur bei den Myxinoiden sind zwei von einander getrennte Drüsenmassen als Leber vorhanden.

Anzahl von Lappen und Läppchen getheilt (Knochenfische). In zwei grössere Abschnitte getheilt besitzen sie die Amphibien; einfach ist sie zumeist bei den Schlangen, und nur am Rande gekerbt bei den Sauriern, bei Crocodilen und Schildkröten in zwei Lappen getheilt, die bei den letzteren weit aus einander gerückt durch schmale Querbrücken vereinigt werden. Die zweilappige Bildung herrscht auch in der Classe der Vögel vor, und ist bei den Säugethieren die Regel, da nur bei Carnivoren, Nagern, einigen Beutelthieren und Affen mehrlappige Formen vorhanden sind. Die in der Leber sich sammelnden Ausführgänge treten in einen Canal zusammen, der hinter dem Pylorus (bei den Selachiern nahe am Anfang des Spiraldarms) in die Darmwand sich einsenkt.

In den Ausführwegen der Leber treten durch Bildung eines Gallebehälters (Gallenblase*) mehrfache Modificationen auf. Der aus der Leber kommende Gallengang (*ductus hepaticus*) kann sich nämlich noch mit einem in die Gallenblase führenden Canal (*duct. cysticus*) verbinden und beide münden vereinigt — als *ductus choledochus* — in den Darmcanal aus. Dies Verhalten dürfte als die Regel anzusehen sein, der die meisten Wirbelthiere folgen. Abweichungen davon kommen auf folgende Weisen zu Stande: 1) durch Einmündung mehrerer *ductus hepatici* in die Gallenblase, wobei ein besonderer in den *duct. choledochus* führender *d. hepaticus* entweder vorhanden sein oder fehlen kann (verschiedene Knochenfische). 2) Ein besonderer *ductus hepato-entericus* (bei Vögeln in seiner Mitte ziemlich erweitert) führt direct von der Leber in den Darm und die *duct. hepatici* münden entweder in die separat durch einen *duct. cysticus* mit dem Darm verbundene Gallenblase (einige Schildkröten und das Nilcrocodil), oder sie treten zu einem einzigen, mit einem *d. cyst.* zum *duct. choled.* sich verbindenden Canale zusammen (Vögel).

Die Bauchspeicheldrüse (*Pancreas*) bildet ein bis jetzt nur bei einzelnen Abtheilungen der Fische vermisstes Organ, welches immer dem Magen oder doch dem Anfange des Darmes benachbart liegt, häufig sogar mit dem einen oder anderen enger verbunden ist. Die Ausführgänge dieser gelappten, im Baue den Mundspeicheldrüsen nahe verwandten Drüse verbinden sich häufig mit jenen der Leber (Amphibien, einige Säugethiere), oder sie senken sich doch nahe bei diesen in den Darmcanal ein. Nicht selten kommen mehrere (meist 2) Ausfuhrgänge vor (Schildkröten, Crocodile, Vögel, einige Säugethiere), von denen bei Säugethieren einer sich dem *ductus choledochus* einfügt.

**) Eine Gallenblase fehlt bei Petromyzon, unter den Vögeln bei den Tauben, Papageien, dem Kuckuck, dem afrikanischen und amerikanischen Strausse. Unter den Säugethieren wird sie bei den Walfischen vermisst, bei den Einhufern, den Dickhäutern (mit Ausnahme der Schweine; beim Elephanten ist nach Owen an der Durchbohrungsstelle in der Darmwand eine Erweiterung des Gallenganges angebracht), Kamelen und Hirschen. Auch einigen Nagern (Maus und Hamster) geht sie ab.

b) Von den Kreislaufsorganen.

Der in den Kreislaufsorganen der Wirbelthiere erscheinende Entwickelungsfortschritt ergiebt sich, im Allgemeinen erfasst, durch zwei Momente bestimmt, wovon das eine in der grösseren Selbständigkeit der Gefässbahnen, in der immer mehr sich reducirenden Lacunenbildung, das andere in der Trennung der ernährenden Flüssigkeit in zwei functionell verschiedene Categorien gelegen ist. In den bisher abgehandelten grösseren Abtheilungen, zumal in jener der Mollusken, war die gesammte, den Körper durchtränkende Flüssigkeit, wie jene, die sich in bestimmten Canälen oder Körperräumen bewegte, von einer und derselben Art; von diesem Fluidum wurden die Organe und ihre Gewebe bespült, in dieses Fluidum wurden vom Darmcanale aus die assimilirbaren Säfte abgesondert, und der Stoffwechsel in seiner Einnahme und Ausgabe besorgt. Bei den Vertebreten ist dies anders geworden. Ein Theil der ernährenden Flüssigkeit bewegt sich ausserhalb der Blutkreislaufsbahnen und ist durch seine farblose Beschaffenheit von dem anderen Theile, dem roth gefärbten Blute unterschieden. Es ist dies die Lymphflüssigkeit, die neben den Bahnen des Blutes bestimmte Wege nimmt und die vom Darm her als »Chylus« das plastische Material der sich beständig verbrauchenden Blutflüssigkeit beständig zuführt. Lymphe (und Chylus), deren Bahnen stets in jene des Blutsystems führen, sind daher in Dependenz von letzterem, und nur in der Vereinigung mit letzterem jener Ernährungsflüssigkeit gleichzusetzen, die wir bei wirbellosen Thieren antrafen. Wenn man daher das Blut niederer Thiere mit dem Chylus oder der Lymphe der Wirbelthiere verglichen hat, so sollen damit nur die formellen Beziehungen gemeint sein, nicht die functionellen zum ganzen Organismus. Wie die Formbestandtheile des Blutes niederer Thiere, sind nämlich die zelligen Bestandtheile der Lymphe (und des Chylus) gleichfalls ungefärbt, und stellen junge Zellen dar, die erst nach ihrem Eintritte in die Blutbahn allmählich in die gefärbten Blutkörperchen sich umwandeln. Nach diesen beiden Zuständen der ernährenden Flüssigkeit können wir daher die Organe des Kreislaufs in solche theilen, die dem Blutsystem, und in solche, die dem Lymphsystem angehören. —

α) Vom Blutgefässsystem.

Zur Vertheilung und Umleitung des Blutes im Körper bestehen bei den Wirbelthieren stets besondere, mit eigenen Wandungen versehene Bahnen, welche ein Arterien- und ein Venensystem darstellen, zwischen welche ein Capillarsystem peripherisch eingeschaltet ist. Ein Abschnitt dieses Gefässsystems entwickelt sich zu einem musculösen, durch seine Contractionen die Blutbewegung leitenden Centralorgane, zum Herzen, und dieses selbst zeigt wieder je nach den Complicationen, welche durch

die Athmungsorgane auf den Kreislauf des Blutes ausgeübt werden, verschiedengradige Abstufungen in seiner Einrichtung.

Dem niedersten Wirbelthiere, Amphioxus, geht ein solches Centralorgan gänzlich ab, und die ganze Anordnung des Gefässsystems zeigt sich vielmehr nach jenem Typus organisirt, den wir früher bei den Ringelwürmern besprachen*). Alle grösseren Gefässstämme sind contratil, ohne dass einer vor dem andern besonders bevorzugt wäre. Das in den Röhren des Gefässsystems eingeschlossene Blut ist zugleich die einzige Form der Ernährungsflüssigkeit, indem Lymphgefässe noch nicht entwickelt sind. Man vergleiche bezüglich der specielleren Verhältnisse die untenstehende Anmerkung**).

Bei allen übrigen Wirbelthieren ist ein distinctes, von einem Herzbeutel umschlossenes Herz vorhanden, welches, wie sämmtliche übrigen Hauptabschnitte des Gefässsystems, im ventralen Körpertheile, d. h. unterhalb der Sceletachse seine Lage hat. Das Pericardium bildet niemals einen venösen Sinus, wie bei manchen Mollusken, sondern stellt einen von einer serösen Haut gebildeten Sack vor, der das Herz umgibt und sich an der Basis des letzteren auf dieses umschlägt, so dass der Pericardialraum völlig abgeschlossen wird. Nur einige Fische machen hiervon eine Ausnahme, indem sie im Pericardium Oeffnungen besitzen, durch welche eine Communication mit der Bauchhöhle vermittelt wird***).

---

*) Dadurch möchte Amphioxus von den Fischen zum mindesten ebensoweit sich entfernen, als diese von den höheren Wirbelthieren entfernt sind. — Das was Amphioxus mit der Classe der Fische überhaupt gemein hat, ist nicht mehr, als ihm vom Wirbelthiertypus im Ganzen zukömmt.

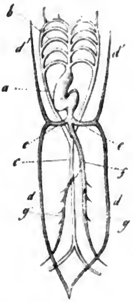
**) Für die specielle Anordnung des Gefässapparates von Amphioxus ist Folgendes zu bemerken: Unter dem Kiemenschlauche zieht ein contractiles, einem Arterienherzen entsprechendes Gefäss hin, welches in regelmässigen Abständen seitliche Aeste (Kiemenarterien) zu den Kiemenbogen sendet, die hier in Kiemenvenen übergehen. Die Kiemenarterien sind an ihrem Ursprunge mit einer contractilen Anschwellung versehen, und das vorderste, in zwei den Mund umziehende Bogen auslaufende Ende des röhrenförmigen Arterienherzens ist gleichfalls contractil. Es senken sich diese Bogen, dem *Ductus Botalli* vergleichbar, in die über dem Kiemengerüste liegende Aorta, in welche auch die Kiemenvenen aufgenommen werden. Von der Aorta vertheilt sich das Blut weiter im Körper, und sammelt sich in einem über dem Blinddarm verlaufenden Hohlvenenherzen, welches nach seinem Umbiegen zum Arterienherzen auch das Körpervenenblut empfängt. Von einem unter dem Darm liegenden contractilen Gefässe sammelt sich das am Darme vertheilte Blut, um nach vorne geführt und dort an den Blinddarm wieder vertheilt zu werden. Diese Darmvene entspricht somit einer Pfortdader.

***) So die Cyclostomen, Selachier, Chimären und Störe. Auch ligamentöse Verbindungen der Herzoberfläche mit dem Herzbeutel kommen bei vielen Fischen vor, und bestehen auch noch bei den ungeschwänzten Amphibien, dann bei vielen Schlangen, besonders aber bei den Sauriern, Schildkröten und Crocodilen, und in beiden letzten Ordnungen ist es meist die Herzspitze, von der ein Ligament zum parietalen Pericardium verläuft.

Die Rolle, welche der Herzschlauch bei der Fortbewegung der verschiedenen Blutarten im Bereiche der Wirbelthiere spielt, ist eine sehr mannichfache und dem entspricht wieder eine Reihe von Verschiedenheiten im übrigen Baue der einzelnen Classen, Verschiedenheiten, die sich aus einander herausbildend, das Herz und mit ihm den gesammten Kreislaufsapparat allmählich einer höheren Organisationsstufe entgegenführen.

So treffen wir bei den Fischen das nur in zwei Cavitäten, in Kammer und Vorkammer, geschiedene Herz ausschliesslich zur Fortleitung des ihm zuströmenden Venenblutes bestimmt, indem die aus der Herzkammer entspringende Arterie sich in ebensoviele Zweige theilt, als Kiemenbogen vorhanden sind. Die aus den Capillaren der Kiemenarterie hervorkommenden Kiemenvenen sammeln sich in einen grösseren Gefässstamm, die Aorta, von der aus der Körper mit arteriellem Blute versorgt wird. Die einfache Kammer kennzeichnet auch noch die Amphibien, allein die Vorkammer ist doppelt geworden und eine davon empfängt Venenblut aus dem Körper, die andere arterielles Blut aus den Athemorganen, so dass die Kammer gemischtes Blut in den aus ihr entspringenden Arterienstamm entsendet. Der letztere theilt sich immer in mehrere bogenförmige Aeste, die entweder nur während des durch Kiemen athmenden Larvenzustandes oder stets (bei den Perennibranchiaten) Kiemenarterien vorstellen und wie bei den Fischen erst secundär in die Körperarterie übergehen. Bei den im ausgebildeten Zustande nur durch Lungen athmenden Amphibien treten die mehrfachen, aus dem Herzen entspringenden Arterienbogen nach Abgabe eines zu den Lungen führenden Astes (der Lungenarterie) unmittelbar als Aortenbogen zu der Körperarterie (Aorta) zusammen. —

Fig. 175.



Die Einrichtung mehrfacher aus dem Herzen hervorgehender Aortenbogen besitzen auch noch die höheren Wirbelthiere (vergl Fig. 175. *b*), bei denen niemals Kiemenathmung existirt, so dass diese scheinbar auf die Kiemenathmung berechnete Bildung einen tieferen Grund besitzt, und als typische Bildung hervortritt, mit jener harmonirend, die in der Einrichtung der Visceralbogen gesehen ward. Wie bei den letzteren ursprünglich gleichartig angelegten und so bei den Fischen persistirenden eine allmähliche Umbildung in heteronome Organe stattfindet, so wandeln sich auch die jenen entsprechenden Gefässbogen, ihre frühere Form und Beziehung aufgebend, zum Theile in ganz untergeordnete Gefässabschnitte um, und werden in der aufsteigenden Wirbelthier-

Fig. 175. Schema des Circulationsapparates beim Hühnchen. — *a*. Herzschlauch. *b*. Arterienbogen (Aortenbogen). *c*. Körperarterie (Aorta), aus der Vereinigung der Arterienbogen hervorgegangen. *d*. hintere Cardinalvenen. *d'* vordere Cardinalvenen. *e*. *Truncus venosus*. *g*. *g'* untere Abdominalvenen. (Nach v. Baer.)

reihe an Zahl allmählich reducirt. Von diesen mehrfachen Aortenbogen der übrigen Wirbelthiere persistiren einige und verhalten sich ähnlich wie bei den Batrachiern und Salamandrinen, geben die Kiemenarterien ab und vereinigen sich zur Aorta. So verhalten sich die Saurier, bei denen, wie bei allen Reptilien, eine Theilung der Herzkammer in zwei Abschnitte beginnt, wovon der eine das aus einer Vorkammer kommende Venenblut empfängt und es vorzüglich in jenen Aortenbogen sendet, der den Lungenarterien den Ursprung gibt, während die andere Kammerhälfte aus ihrer entsprechenden Vorkammer das Lungenvenenblut aufnimmt und es durch die Aortenbogen in den Körper überführt. Eine Reduction der Aortenbogen zeigen schon mehrere Abtheilungen der Reptilien, so Schlangen, Schildkröten und Crocodile, bei denen nur noch ein Doppelbogen persistirt. — Mit der in den Classen der Vögel und Säugethiere vollkommen durchgeführten Trennung der vorhin grösstentheils nur durch ein unvollkommenes Septum geschiedenen Herzkammer entstehen dann vier getrennte Hohlräume im Herzen, wovon zwei, eine Kammer und Vorkammer, immer arterielles, die beiden anderen beständig venöses Blut zu bewegen haben. Die eine Vorkammer empfängt das Venenblut des Körpers und sendet es ihrer Kammer zu, die es in die Lungen abgibt. Daraus kehrt es durch die Lungenvenen zur anderen Vorkammer, und von hier zur entsprechenden Kammer, um in die nur noch einen einfachen, bei Vögeln rechten, bei Säugern linken Bogen bildende Aorta getrieben zu werden.

Diese Wandelungen, welche das Blutgefässsystem bei den einzelnen Classen im Grossen erleidet, reflectiren sich vielfältig im Verhalten der einzelnen Gefässe und lassen selbst innerhalb einer Classe beträchtliche von dem Grundplan aus zu beurtheilende Verschiedenheiten bestehen, die bei der folgenden specielleren Betrachtung zu berücksichtigen sein werden.

1) Vom Herzen und den grossen Gefässen.

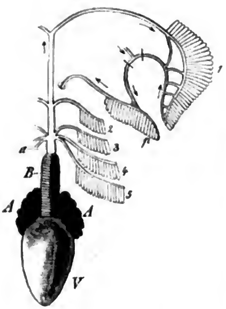
Die Lage des Herzens ist von jener der Respirationsorgane abhängig; bei den Fischen findet es sich daher weit vorne an der sogenannten Kehlgegend, auch bei den Amphibien oft noch dicht hinter dem Zungenbein liegend, bis es mit dem Eintreten der Lungenathmung tiefer nach hinten rückt.

Es besteht bei den Fischen aus einer dünnwandigen mehr in die Quere entwickelten Vorkmamer, und einer einfachen musculösen Kammer. Erstere ist nur bei dem doppeltathmenden Lepidosiren in zwei unvollständig geschiedene Hälften getheilt, welche Theilung sich in noch geringerem Masse auch auf die Kammer erstreckt. Zwischen Kammer und Vorkammer finden sich Klappen. Die Kammer gibt nach vorn einen grossen Gefässstamm ab, den Arterienstiel oder *Bulbus arteriosus*, der bei vielen Fischen durch den Besitz eines starken, vorne scharf

abgegränzten Muskelbeleges wie ein Abschnitt des Herzens selbst erscheinen kann*). Hierher zählen vornehmlich die Ganoiden (Fig. 176. *B*), Chimären, die Selachier und Dipnoi, bei denen der Arterienstiel zugleich mehrfache Klappenreihen aufweist**). Cyclostomen und Knochenfische sind dagegen mit einfachem, wenn auch zuweilen erweitertem Arterienstiele versehen, der mit zwei Semilunarklappen gegen die Kammerhöhle sich abgränzt.

Anstatt der Klappen finden sich bei Lepidosiren im Arterienstiele zwei Längsfalten vor, die eine Trennung des Lumens in zwei Hälften bewerkstelligen, davon die eine den Kiemenarterien, die andere den Lungenarterien zuleitet, eine Einrichtung, die vom höchsten Interesse ist, da sie zu dem doppelten Blutkreislaufe der Amphibien hinüberführt. —

Fig. 176.



Die aus dem Arterienstiele hervorgehende gemeinschaftliche Kiemenarterie theilt sich dem oben angeführten Wirbelthierplane gemäss in eine Anzahl seitlicher Aeste, die sich bis auf sieben Paare belaufen, jedoch nur selten in dieser Zahl persistiren. Gewöhnlich schwinden die vordersten, so dass nur noch 4—5 Paare im ausgebildeten Thiere vorhanden sind, von dem je eines zu einem Kiemenbogen verläuft; von diesen bestehen in der Regel vier bei den Teleostiern, fünf bei Selachiern und Chimären. An letztere reihen sich auch mehrere Ganoiden an, indem das dem ersten Kiemenarterienpaare der Selachier homologe Gefäss sich zu einer accessorischen, an der Innenfläche des Opercularapparates befindlichen Kieme begiebt (Fig. 176. 1). 6—7 Hauptäste besitzt der *Truncus arteriosus* der Cyclostomen und auch bei den Dipnoi zeigt sich eine grössere Zahl. Die Kiemenarterien geben entweder nach

Fig. 176. Herz, Kiemenarterie und *Pseudobranchie* von *Lepisosteus osseus*. *V*. Kammer. *A A*. Vorkammer. *B*. Musculöser Arterienstiel. *a*. Stamm der Kiemenarterie. 1. Nebenkiemen (Kiemendeckelkiemen). *p*. *Pseudobranchie*. 2, 3, 4, 5. Kiemen der Kiemenbogen. Die Pfeile deuten die Richtung des Blutstroms an. (Nach Joh Müller.)

*) Der Muskelbeleg besteht nämlich aus quergestreiften Fasern, während der einfache Aortenbulbus der übrigen Fische nur glatte Muskelfasern besitzt.

**) Die Zahl der Klappen und Klappenreihen ist sehr wechselnd. 2—4 Reihen, jede mit 3—4 halbmondförmigen Klappen herrschen bei den Selachiern vor, doch besitzen auch manche fünf Reihen (Raja). Drei Reihen mit je 4 oder 5 Klappen besitzen die Störe, dieselbe Zahl der Klappenreihen weist auch Polypterus auf, allein jede Reihe ist hier mit 9 Klappen versehen.

und nach einzeln aus dem Stamme hervor oder es entspringen mehrere derselben an jeder Seite gemeinsam oder es kann sich endlich der Arterienstamm nahe an seinem Ursprunge in zwei Hälften spalten, von denen dann eine jede sich zu ihrer Seite begibt und dort die Kiemenarterie absendet*).

Die einzelnen Kiemenarterien treten an die Kiemen und begeben sich in die Furche der Kiemenbogen, die von der Basis der Kiemenblättchen überdeckt wird. Aus den Verästelungen an den Blättchen geht ein Capillarnetz hervor, und aus diesem entspringen wiederum grössere Gefässe, die sich am oberen Ende der Kiemenbogen je in eine sogenannte Kiemenvene sammeln, die man mit Milne-Edwards**) vielleicht besser *arteria epibranchialis* benennt.

Es sind dies die Wurzeln eines grossen Gefässstammes, der grossen Körperarterie, welche der *Aorta descendens* der übrigen Wirbelthiere entspricht. Die *Art. epibranchiales* sammeln sich auf eine ähnliche Weise aus den Kiemenblättchen wie die Vertheilung der Kiemenarterien statt hatte, so dass aus jedem Kiemenbogen ein solches Gefäss hervorgeht. Nur bei den Rochen besteht in sofern eine Ausnahme, als um die innere Oeffnung jedes Kiemensackes ein Gefässring gebildet wird, von welchem ebensoviele Gefässe zur Bildung der Körperarterie entspringen. Auch bei Petromyzon sammelt sich je eine Kiemenvene aus den an einander stossenden Hälften zweier Kiemensäcke.

Es wird also nach dem Auseinandergesetzten durch die Anordnung der Kiemen eine Auflösung der aus dem Arterienstiele hervorgehenden typischen Gefässbogen in die Kiemengefässe hervorgerufen, so dass das aus dem Herzen kommende Blut die Kiemen durchströmen muss. Nichts destoweniger ist bei einigen Fischen ein directer, nicht durch Verästelungen unterbrochener Uebergang der Gefässbogen in die Körperarterie vorhanden, indem das vordere Bogenpaar bei Lepidosiren (Fig. 177.), das hintere bei Amphipnous ohne Beziehungen zu den Athemwerkzeugen ist, wie denn auch die betreffenden Kiemenbogen der Kiemenblättchen entbehren. Diese Erscheinung ist nicht etwa aus einer rückschreitenden Metamorphose zu erklären, sie hat vielmehr nur eine gehemmte progressive Metamorphose zum Grunde, da bei den Embryonen aller Fische einfache Gefässbogen vom *Truncus arteriosus* zur Aorta führen. Aus der Vereinigung dieser sämmtlichen Gefässbogen entsteht auch hier die Aorta (*ao*), es geht aber auch aus den nicht respiratorischen Bogen jederseits eine Lungenarterie (*p*) hervor, die bei Lepidosiren annectens

*) Eine solche Theilung der Kiemenarterie ist bei Bdellostoma von der Mitte des Stammes an vorhanden. Auch bei den Selachiern ist eine Duplicität des Truncus angedeutet. Am meisten ausgebildet ist die Theilung des Truncus bei den Dipnoi, wo die Ursprünge der Arterien fast dicht am Arterienbulbus sich finden.

**) *Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée. T. III. p.* 35.

so an der Vereinigungsstelle der epibranchialen Gefässe mit den Aortenbogen ihren Ursprung nimmt. Die Lungenvenen treten dagegen direct zum Herzen und ergiessen ihr Blut in dessen Vorhof. —

Fig. 177.



Bei allen Fischen entsteht also die Aorta aus Gefässbogen, die sich in den Kiemen auflösen und wieder sammeln und nur wie ausnahmsweise in den vorhin genannten Fällen einen directeren Verlauf nehmen. Die Vereinigung der epibranchialen Gefässe zur Aorta geschieht zwar auf verschiedene Weise, aber doch im Allgemeinen so, dass sie einen der Schädelbasis aufliegenden Bogen, den sogenannten *circulus cephalicus* herstellen, aus welchem nach hinten die Aorta entspringt.

Das Verständniss der Beziehungen des Gefässsystemes der Fische zu jenem der höheren Wirbelthiere liefern uns die Amphibien.

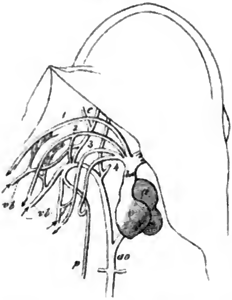
Das Herz dieser Thiere entspricht während der Periode ausschliesslicher Kiemenathmung dem Herzen der Fische durch die Einfachheit von Kammer und Vorhof. Erst später bieten sich in der Trennung des Vorhofs Verschiedenheiten dar, es entstehen zwei Vorhöfe, die bei den Perennibranchiaten als gesonderte Abschnitte äusserlich noch nicht wahrzunehmen sind. Auch bleibt die Scheidewand der Vorhöfe zuweilen unvollständig, wie beim Proteus und den Cöcilien. In den rechten Vorhof münden stets die Körpervenen, in den andern, linken, die Lungenvenen ein. Die rundliche Kammer ist an ihrem venösen Ostium mit Klappen ausgestattet und geht vorn in einen musculösen Arterienbulbus über*), der an seinem Ursprunge eine mehr oder minder beträchtliche Einschnürung (das *fretum Halleri*) aufweist. Das Verhalten der vom *Bulbus arteriosus* abgehenden Gefässstämme ordnet sich nach den Zuständen der Athmungswerkzeuge in mehrere Abtheilungen, welche von den Salamandern und Fröschen während der Entwickelung durchlaufen werden. Immer theilt sich der Bulbus beim Embryo in vier Gefässbogenpaare, welche den Schlund umziehen und oben sich zu der grossen Körperarterie (Aorta) verbinden (Fig. 178.). Mit dem Hervorsprossen der äusseren Kiemen gehen die drei vordersten Bogenpaare (Fig. 178. 1, 2, 3) eine Bildung von Gefässschlingen ein, welche die Kiemenbüschel durch-

Fig. 177. Aortenbogen von Lepidosiren paradoxa. *a*. Aortenbulbus. 1, 2, 3. drei Arterienbogen, die beiden ersten sich in die Aorta vereinigend. *p*. Lungenarterie. *b*. *Ductus Botalli*. *br*. Kiemenspalten. *br'* Nebenkiemen. *ao*. Aorta. *c*. *Arteria coeliaca*. *oe*. Anfang des Oesophagus. (Nach Hyrtl.)

*) Der Arterienbulbus der Frösche besitzt quergestreifte Muskelfasern, verhält sich somit jenem mancher Fische gleich.

ziehen, und so löst sich jeder früher einfache Bogen in ein zuführendes und ein ableitendes Gefässsystem auf, wobei das letztere den Epibranchialarterien der Fische völlig homolog ist. Es entspricht dieser Zustand den Einrichtungen des Gefässsystems bei den Perennibranchiaten, bei denen also das Blut, ehe es aus dem Herzen in die Aorta gelangt, die Kiemen durchströmt und nur geringe Quantitäten durch directe Verbindungsstämme von den zuführenden Gefässen sogleich in die epibranchialen Aortenwurzeln übergeführt werden. In der Regel sind die drei vordersten Bogenpaare für die Kiemen bestimmt, und können wieder auf sehr verschiedene Weise mit einander verbunden sein. So theilt sich z. B. beim Proteus der Arterienbulbus in 2 Aeste, von denen der zweite sich wiederum spaltet, so dass jederseits drei Kiemenarterien bestehen, die sich an der Kiemenbasis unter einander auch direct verbinden. Auch beim Axolotl ist der zweite und dritte Kiemenarterienstamm gemeinsamen Ursprungs. Der vierte und schwächste (bei *Siren lacertina* fehlende) verbindet sich direct mit der Aorta allein, ohne vorher zu einer Kieme getreten zu sein. An seiner Verbindung mit der Aorta zweigt sich ein starker Ast ab, der gewissermaassen als seine directe Fortsetzung erscheint, so dass der übrige Verbindungstheil nur eine untergeordnete Rolle spielt.

Fig. 178.

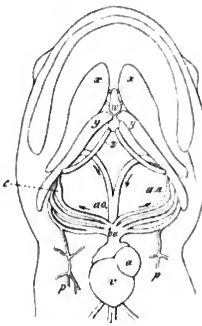


Schwinden die äusseren franzenartigen Kiemen, so entwickelt sich bei den Froschlarven ein schon früher auf dem Gerüste der Kiemenbogen vorgebildetes Capillarsystem zu einem neuen System von Kiemengefässen, welches sich in die dort sich erhebenden inneren Kiemen einfügt. Da die Hauptstämme der zu- und abführenden Gefässe bei diesen Veränderungen wesentlich unberührt bleiben, so haben wir den Vorgang nur in die Mitte des gesammten Bogensystems zu verlegen, so dass die Gefässe der Kiemenbogen ebenso sich vergrössern, als jene der äusseren Kiemen sich zurückziehen und schwinden. Tritt endlich das Stadium der Lungenathmung ein, so verschwindet zuerst das Capillarnetz der Kiemen, und die bisher nur unbedeutenden Verbindungen zwischen den zu- und abführenden Gefässen der Kiemen werden zu den Hauptwegen des Blutes und es verlaufen nunmehr wieder einfache Gefässbogen vom *Truncus arteriosus* nach oben zum Anfange der Aorta.

Fig. 178. Herz und grosse Gefässe einer Tritonlarve. *a, a.* Vorhof. *v.* Kammer. *ba* Arterienbulbus. 1, 2, 3, 4. Aortenbogen als Kiemenarterien, theils zu den Kiemen tretend, theils unter einander verbunden. *v b.* Kiemenvenen. *c.* Carotis. *p.* Lungenarterie. *ao.* Aorta. (Nach M. Rusconi.)

Die zuletzt geschilderten Einrichtungen treffen wir im Wesentlichen bei den ausgebildeten Zuständen aller Salamandrinen und Frösche. Von den vier Aortenbogen (Fig. 179.), wie wir nun die bis zum Arterienbulbus (*ba*) sich fortsetzenden Aortenwurzeln bezeichnen können, ist das zweite und dritte Paar das bedeutendste, so z. B. bei Menopoma, sie setzen mit dem vierten Bogen die Aorta descendens zusammen, die dicht hinten am Schädel unter der Wirbelsäule entspringt.

Fig. 179.



Auch Salamandra schliesst sich hier an, während bei den Batrachiern nur drei Aortenbogenpaare sich finden, von denen nur der mittlere zur Aorta descendens vereinigt wird, während der erste und letzte Aortenbogen entweder durch enge oder völlig obliterirte Wege (*ductus Botalli*) mit der Aorta in Zusammenhang sich befindet.

Höchst wichtig sind die Veränderungen, welche bei allen Amphibien der letzte Aorten-Gefässbogen erleidet, indem sich aus ihm die für die Lungen bestimmten Gefässe (die Lungenarterien) herausbilden. Es ist schon oben bei einigen Fischen (Lepidosiren und Amphipnous) gezeigt worden, dass von den Kiemengefässbogen sich spätere Arterienäste ablösen und zu den dort in Lungen umgewandelten Schwimmblasen treten können; hier bei den Amphibien ist nun während der Kiemenathmung ähnliches der Fall, und es trifft in der Regel den vierten aus dem Arterienbulbus entspringenden Gefässbogen, aus dem ein Stämmchen (Fig. 178. *p*) sich nach hinten zu den Lungen begibt. Die Perennibranchiaten, sowie die durch Kiemen athmenden Larven der übrigen Amphibien besitzen diese Einrichtung, bis bei Salamandrinen und Batrachiern im ausgebildeten Zustande der letzte Aortenbogen durch Rückbildung seines Verbindungsstückes mit der Aorta zur Lungenarterie gestempelt wird.

Unter den Reptilien geht mit der vollständigeren Theilung des Herzens in zwei Vorkammern und zwei Kammern, von denen letztere nur bei Schlangen, Eidechsen und Schildkröten eine unvollkommene Scheidewand besitzen*), eine nicht unwesentliche Fortentwickelung des

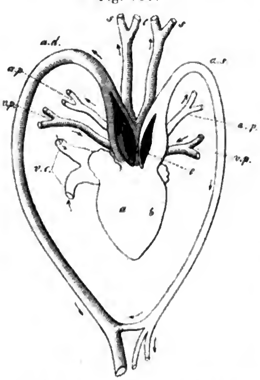
Fig. 179. Herz und grosse Gefässe von *Salamandra maculata*. Der erste Aortenbogen *c*. setzt sich direct in die Carotis fort. *w. x. y. z.* Zungenbeinapparat. Die übrige Bezeichnung wie in der vorhergehenden Figur. (Nach M. Rusconi.)

*) Die Scheidewand der Kammern erhebt sich von der Spitze des Herzens zur Basis und lässt eine ovale Communicationsöffnung frei. Die beiden dadurch unter einander verbundenen Kammern sind durch eine verschiedene Dicke der Wandungen charakterisirt. Einigen Schildkröten fehlt die Kammerscheidewand (*Emys*).

allgemeinen Planes des Gefässsystems vor sich, ja bei den Crocodilen ist sogar eine vollständige Trennung der beiden Kammern vorhanden. Die eine Vorkammer empfängt arterielles, die andere venöses Blut; und danach können auch die diesen entsprechenden Kammerabschnitte als arterielle und venöse bezeichnet werden. Für eine solche grössere Selbständigkeit spricht ferner noch, dass Brücke, bei Schildkröten wenigstens, keine isochronischen Actionen der beiden Kammerhälften beobachtet hat. Allein da nur bei Crocodilen aus beiden Kammern Gefässe entspringen, bei den übrigen Reptilien aber nur aus der venösen (rechten) Kammer solche hervorgehen, so wird bei den letzteren stets eine Mischung beider Blutarten in der linken Kammer durch die Oeffnung im *Septum ventriculorum* vermittelt*).

Der Ursprung der grossen Gefässe zeigt noch mannichfaltige Anschlüsse an die Amphibien. Es bestehen noch zwei aus der rechten Kammerhälfte entspringende, aber häufig asymmetrisch verlaufende Aortenbogen, die unter dem Rücken vereinigt sind und in welche sich auch noch die aus einem vordersten Bogenpaare hervorgegangenen Zweige der Carotiden einsenken. Mit diesen entspringen die Lungenarterien, welche, aus dem letzten oder dritten Gefässbogenpaare hervorgegangen, zuweilen noch durch *ductus Botalli* mit den Aortenbogen verbunden sind. Der eine, rechte Aortenbogen erlangt bei den meisten Reptilien das Uebergewicht über den anderen, der dann nur durch eine unbedeutende Anastomose mit dem Hauptstamm communicirt.

Fig. 180.



Die vollständig getrennten Kammern der Crocodile entsprechen einem getrennten Ursprunge der grossen Gefässe und so lässt die linke Kammer (Fig. 180. *b*) einen grossen Arterienstamm hervorgehen, der nach vorne den gemeinsamen Bulbus der Carotiden,

Fig. 180. Herz und grosse Gefässe vom Crocodile. Die beiden Arterienbulbi sind geöffnet. *a*. rechter, *b*. linker Ventrikel. *a d*. rechter Aortenbogen. *a s*. linker Bogen. *ap*. Lungenarterie. *vp*. Lungenvene. *vc*. Hohlvenen. *s*. Subclaviae. *c*. Carotiden. *o*. Communicationsöffnung beider Arterienbulbi. — (Nach Bischoff; etwas modificirt.)

*) Es sind jedoch hier jene Einrichtungen in Anschlag zu bringen, durch welche die beiden Ventrikelhälften wenigstens momentan abgesperrt werden können, so dass bald das venöse, bald das arterielle Blut, ersteres in die Lungenarterien, letzteres in die Aortenbogen entleert werden kann, wodurch also die noch nicht vollendete Kammertrennung compensirt wird.

nach rechts aber den rechten Aortenbogen (*a d*) erspringen lässt. In diese Kammer mündet die linke ihr Blut aus den Lungenvenen (*v p*) empfangende Vorkammer. Die rechte Kammer gibt gleichfalls einen Aortenbogen, den linken (*a s*), ab, sowie auch die Lungenarterien (*a p*), welche sämmtlich venöses Blut führen, da die dieser Kammer entsprechende rechte Vorkammer die Körpervenen (*v c*) aufnimmt. Demzufolge wäre eine Vermischung der Blutarten nur an der Vereinigung der beiden Aortenbogen zur Aorta descendens möglich, eine Vereinigung, die nur sehr unbedeutend ins Gewicht fällt, da der linke Bogen nicht vollständig in den Rechten übergeht, sondern nur durch einen Querast mit ihm communicirt. Es kann sich aber das Blut dennoch schon vorher vermischen, indem die beiden dicht bei einander liegenden Arterienbulbi an der Berührungsstelle durch eine Oeffnung, das *Foramen Panizzae* (*o*), mit einander in Communication stehen. —

Die vollständige Trennung der Herzhöhlen bei den Crocodilen führt zu den Vögeln und Säugethieren, bei denen durch die Reduction der gesammten embryonalen Aortenbogenpaare auf einen einzigen *arcus aortae* auch ausserhalb des Herzens in den grossen Gefässstämmen keine Mischung der beiden Blutarten mehr stattfinden kann. In der Classe der Vögel treffen wir die beiden Kammern in einem eigenthümlichen Verhalten zu einander, indem die rechte sich um die fast ganz konische linke Kammer mit ihren dünnen Wandungen herumlegt*). Aus ihr gehen die schon sehr frühe getheilten Lungenarterien hervor, und aus der dickwandigen linken Kammer entspringt die Aorta, die in die Höhe steigt, um dann nach rechts im Bogen umzubiegen (Fig. 182. *a'*). Am Ursprunge der Aorta sind drei Semilunarklappen angebracht.

Bei den Säugethieren schliesst sich die Bildung des Herzens sowohl durch den Ursprung der grossen Gefässe, wie durch den Verlauf der einen linken Bogen darstellenden Aorta an die menschliche an, und damit sind auch die Klappenvorrichtungen an den verschiedenen Ostien in Uebereinstimmung.

In der äusseren Form zeigen die pflanzenfressenden Cetaceen durch eine namentlich bei Halicore ausgeprägte Spalte zwischen den Spitzen der Kammern eine Eigenthümlichkeit. Eine andere zeigt sich bei manchen Wiederkäuern (Rind, Hirsch) und Pachydermen (Elephant) in dem Auftreten einer Ossification in der Scheidewand der Ventrikel, zwischen Kammer und Vorkammer**).

---

*) Eine andere Eigenthümlichkeit bietet sich in dem Verhalten der Atrioventricularklappe dieser Kammer, die nicht wie gewöhnlich aus einer dünnen Membran, einer Duplicatur des Endocardiums, sondern einer breiten, fleischigen Lamelle dargestellt wird.

**) Solche nicht selten den Aortenursprung umfassende Herzknochen treten gewöhnlich erst im späteren Alter auf, sind bei manchen Arten auch unbeständig. Beim Rinde sind es zwei Stücke, ein grösseres halbringförmiges und ein kleineres, durch welches der Ring nahebei vervollständigt wird

Die Verhältnisse der Atrioventricularklappen des rechten Herzens sind unter den Monotremen bei Ornithorhynchus vogelähnlich; statt der gewöhnlichen Tricuspidalklappe sind neben zwei membranösen Theilen noch zwei musculöse Klappenblätter vorhanden.

Die beim Menschen sich findende Eustach'sche Klappe ist nur bei wenigen Säugethieren (Affen, Elephant) ausgebildet. —

2) Vom Arteriensysteme.

Es ist gezeigt worden, wie die arteriellen Gefässe ursprünglich aus einem gemeinsamen, sich in Bogen (die Aortenbogen) theilenden Truncus hervorgehen, sowohl die Lungenarterien, als auch jene, die für die grossen Körperkreislaufbahnen bestimmt sind. Es sind dann wieder die Bogen selbst, welche die einzelnen Abschnitte des Arteriensystemes entspringen lassen, so dass mit einer durch allmähliche Reduction der Bogen gegebenen Vereinfachung die Arterien sich immer mehr auf beschränktere Ursprünge zurückziehen, bis zuletzt ein einfacher Aortenbogen die gesammte Arterienbahn versorgt.

Fig. 181.



Die Wurzeln der Körperarterienbahn sind bei den **Fischen** und auch bei den noch durch Kiemen athmenden Amphibien die aus den Kiemen rückführenden Epibranchialarterien (Kiemenvenen). Sie geben schon an die benachbarten Theile kleine Zweige ab, und sammeln sich an der Basis des Schädels in einen Gefässring, den *Circulus cephalicus* (Fig. 181. *c c*), aus welchem nach hinten die Aorta descendens hervorgeht. Einer der wichtigsten Aeste ist die Zungenbeinarterie (*h o*), die aus der ersten Epibranchialarterie stammt, und das Zungenbein umlaufend zur Pseudobranchie (*p b*) tritt,

Fig. 181. Kiemenvenen und Gefässe der Pseudobranchien von *Gadus callarias*. Unterkiefer, Kiemenapparat und Zungenbein sind in der Mittellinie gespalten und nach den Seiten ausgespannt (die rechte Seite ist nicht vollständig dargestellt). *a*. Oberkieferapparat. *b*. Unterkiefer. *c*. Vomer. *d*. Gaumenbein und Flügelbein. *e*. Zungenbein. *f*. Kiemenbogen. *g*. *membrana branchiostega*. *h*. *Basis cranii*. *i*. vorderes Ende der Schwimmblase. *pb*. Pseudobranchie. *v. br*. Kiemenvene. *cc*. *Circulus cephalicus* der Kiemenvenen. *ca*. *Carotis posterior*. *h o*. *Arteria hyoidea opercularis* aus der Verlängerung der ersten Kiemenvene; gibt einen Ast an die Nebenkieme und geht dann in den *Circulus cephalicus* ein. *x*. Nebenkiemenvene, mit der der anderen Seite verbunden, jederseits zur Choroidealdrüse des Auges tretend. *x' art. ophthalm. magna*. (Nach Joh. Müller.)

hier mit einem Zweige des Arterienringes communicirend. Die aus der Pseudobranchie hervorkommende Arterie (x) verläuft gerade zum Augapfel und wird zur *Art. ophthalmica magna* (x'). Aus den Seiten des *Circulus cephalicus* gehen die hinteren Carotiden (ca) hervor und aus seinem vorderen *ramus communicans* entspringen Gefässe für die vorderen Theile des Kopfes.

In dem Ursprunge und der Anordnung der einzelnen Gefässe kommen vielfache Variationen vor, von denen der vorne offene *Circulus cephalicus* der Rochen, sowie die nach vorne gehende unpaare Verlängerung (*a. vertebralis impar*) der aus den epibranchialen Arterien entspringenden Aorta der Myxinoiden vorzugsweise anzuführen sind.

Bei den Amphibien gehen während der Kiemenathmung die Kopfarterien (Fig. 178. c) gleichfalls aus dem epibranchialen Systeme hervor und dieses währt noch bei den Perennibranchiaten, während die Salamandrinen und Batrachier im ausgebildeten Zustande die Gefässe des Kopfes als directe Fortsetzungen des vordersten, nicht mehr mit der Aorta verbundenen Gefässbogens zeigen, so dass sie gemeinsam mit den übrigen Bogen aus dem Arterienbulbus entspringen. Aehnlich verhalten sich auch die für die vorderen Extremitäten bestimmten Arterien, die vor der Vereinigung der Aortenwurzeln ihren Ursprung nehmen.

Unter den Reptilien ergeben die Ursprungsverhältnisse der zum Vordertheile des Körpers verlaufenden Arterien eine noch grössere Mannichfaltigkeit. Die Carotidenstämme gehen bei den meisten Sauriern getrennt aus dem Aortenbulbus hervor, und getrennt davon entspringen aus den Bogen die Subclavien*). Einfacher sind die Verhältnisse bei den Schlangen, denen die Subclavien abgehen, so dass die Carotiden entweder als ein einfacher Stamm (Natter) oder als zwei, aber dann meist ungleich entwickelte Gefässe bestehen, die wie z. B. bei Python aus dem rechten Aortenbogen entspringen. Daraus geht auch eine längs der Wirbelsäule nach vorn verlaufende Arterie hervor, die an die unpaare Fortsetzung der Aorta bei den Myxinoiden erinnert. Auch bei den Schildkröten und Crocodilen nehmen sie mit den Subclavien aus dem rechten Aortenbogen ihren Ursprung, und zwar bei der letztgenannten Ordnung aus einem *Truncus anonymus* hervorgehend, der sich in zwei *art. brachio-cephalicae* theilt (vergl. Fig. 180. sc). Aber auch ein getrennter Ursprung für eine oder die andere der Subclavien und Carotiden aus dem rechten Aortenbogen ist bei einigen Crocodilen vorhanden**)

*) Ausgenommen sind die Monitoren, z. B. *Psammosaurus*, wo Carotiden und Subclavien je einen gemeinschaftlichen Truncus besitzen, der für die Carotiden aus dem Aortenbulbus, jener für die Subclavia aus dem rechten Aortenbogen stammend. Vergl. A. Corti, *de systemate vasorum Psammosauri grisei. Vindobonae* 1847.

**) Ueber den abgehandelten Abschnitt des Arteriensystems der Reptilien ist Ausführlicheres nachzusehen vorzüglich bei Rathke, über die Carotiden der Crocodile und Vögel. Müll. Archiv. 1850. und Untersuchung über die Aortenwurzeln

Die Bedeutung des rechten Aortenbogens ist somit bei den Reptilien durch den Ursprung grosser Gefässe ans Licht getreten. Bei den **Vögeln** tritt er aber als Hauptstamm des Körpers noch klarer hervor, da der Verbindungszweig des linken schwindet und nur noch sein Stamm als *Arteria brachiocephalica* fortbesteht. Der rechte Aortenbogen setzt sich dann in die Aorta descendens fort, nachdem er vorher entweder die *Art. subclavia* (Fig. 182. *s*) oder wiederum eine *Art. brachiocephalica* abgegeben hat. Das letztere richtet sich nach dem Verhalten der Carotiden, die zwar im Allgemeinen paarig vorhanden und aus je einem *Truncus brachiocephalicus* hervorgehen, häufig jedoch auch mit einander aus einem der beiden Stämme entspringen, oder sogar nur durch eine einzige, dann aus dem linken Stamme entstehende Arterie (*Art. carotis primaria* (*a c*) vertreten sind*).

Fig. 182.

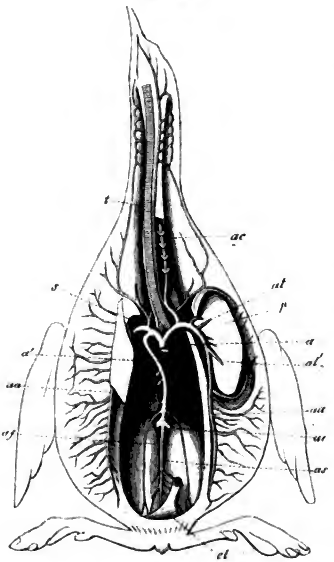


Fig. 182. Arterielles Gefässsystem von *Podiceps cristatus*. *a*. Aortenstamm. *a'* *Aorta descendens*. *s*. *Art. subclavia*. *ac*. *Art. carotis primaria*, unter den *processus spinosi anteriores* hindurchtretend. *aa*. *Art. cutanea abdominis*. *at*. u. *at'*. *Art. thoracicae sinistrae*. *ai*. *Art. ischiadica*. *af*. *Art. hypogastricae*. *as*. *Art. sacralis media*. *p*. der linke *m. pectoralis major*. *t*. Trachea. *cl*. Cloake. (Nach Barkow.)

Da von dem rechten Aortenbogen bei den **Säugethieren** nur noch ein kurzer Stamm als *Truncus brachio-*

---

der Saurier. Denkschriften der math. phys. Classe der k. k. Acad. zu Wien. T. XIII. 1858. Ferner Bemerkungen über die Carotiden der Schlangen. ibid. T. XI. 1856.

*) Eine unpaare *Carotis primaria* ist beim Steisshuhn, der Elster. u. a. beobachtet. Zwei symmetrisch entspringende Carotiden beim Hahn, den Raubvögeln und einigen Cursores etc. Vom linken *Tr. brachiocephalicus* entspringen sie bei den meisten Singvögeln. — Bemerkenswerth ist bei den Vögeln das relativ beträchtliche Caliber der beiden *Art. brachiocephalicae*, gegen welche die *Aorta descendens* nicht selten wie ein Ast erscheint. Bei den mit einem Brütorgan versehenen Vögeln (*Natatores*) erreichen die *Art. thoracicae* eine ausserordentliche Entfaltung. (Vergl. Fig. 182.)

cephalicus oder als Anfang einer Subclavia bestehen bleibt, und selbst dieser Rest des rechten Bogens nur wie ein Ast des linken sich darstellt, so ist der letztere die vorzugsweise Ursprungsstätte der grossen Arterien für die vordere Körperhälfte geworden. Es bietet sich hierin wieder eine Reihe von Varietäten dar, je nachdem sämmtliche Arterien aus einem oder zwei Stämmen hervorgehen, oder endlich einzeln oder mehr direct aus der Aorta entspringen *).

Viel einfacher als in seinen Ursprungsverhältnissen zeigt sich bei allen Wirbelthieren der unter dem Rückgrate verlaufende, bei vielen Fischen (Hecht, Häring, manche Haie) in einer besonderen Furche eingeschlossene Stamm der Aorta descendens, bezüglich seiner Verzweigung. Er verläuft hier längs der festen Sceletachse und entsendet (bei Fischen und Amphibien nach Abgabe der Subclavia) regelmässig eine Anzahl von Intercostal- und Intervertebralarterien, und bei ausgebildeten Hinterextremitäten an diese zwei *Art. iliacae*, um dann bei vorhandenem Becken- und Kreuzbeine als *Art. sacralis media*, oder bei einer ferneren Fortsetzung des Rückgrates als *Art. caudalis* am Schwanze zu enden. Bei den Fischen tritt er am Schwanze in den von den unteren Wirbelbogen gebildeten Canal, der auch bei manchen langschwänzigen Reptilien und Säugethieren vorhanden ist.

Mehr Eigenthümlichkeiten bieten die Arterien der Eingeweide. Unter den Fischen entspringen diese bei den Teleostiern von einem einfachen Stamme (*Art. abdominalis* oder *Art. coeliaco-mesenterica*), bei den Rochen von zwei Stämmen; wiederum ein Hauptstamm ist bei den Amphibien vorhanden, zu dem bei den Sauriern noch mehrere kleinere kommen. Eine grössere Anzahl von Mesenterialgefässen besteht bei den Schlangen. Bei Schildkröten und Crocodilen dagegen sind die Visceralarterien die directe Fortsetzung des linken Aortenbogens (Fig. 180. *a s*), so dass also den Eingeweiden vorzugsweise venöses Blut zugeführt wird. Vögel und Säugethiere endlich besitzen fast regelmässig drei Hauptstämme: eine *Art. coeliaca* und zwei *Art. mesentericae*, die an dem Verdauungsapparat und seinen Appertinenzen sich in mannichfaltiger Weise verzweigen. —

---

*) Uebersichtlich lassen sich diese mannichfaltigen Zustände folgender Weise darstellen:

1. Zwei *Trunci brachioceph.* (*Chiroptera, Talpa.*)

2. *Tr. brachioceph. dexter*
Carotis sinistra,
Subclavia sinistra.
(*Monotremata, Bradypus, Dasypus, Murina, Phoca, Erinaceus, Simiae.*)

3. *Tr. brachiocephalicus.*
Subclavia sinistra.
(*Marsupialia, Rodentia, Manis, Orycteropus, Carnivora, Sorex, Sus, Auchenia.*)

4. Ein *Tr. brachioceph. communis.*
[beide Carot. u. Subclav. abgebend.]
(*Solidungula, Ruminantia, Hystrix, Viverra.*)

5. *Art. subclavia dextr.*
Carot. commun. primaria,
Art. subclav. sinistr.
(*Elephas.*)

Wie sich die Theile des Scelets nach einem der morphologischen Bedeutung entnommenen Principe mit einander vergleichen lassen, ungeachtet mannichfaltiger Umgestaltungen einzelner Stücke, und wie auch in den Muskeln ein allgemeiner Plan deutlich hervortrat, so zeigt sich auch in der Anordnung des peripherischen Arteriensystems das durchgreifende Bestehen von Homologien, die aus dem gleichen Verhalten des gleichen Abschnittes des Arteriensystems zu gleichen Scelet- oder Weichtheilen zu finden sind. Johannes Müller ist auch hierin vorangegangen und hat die zusammengehörigen Abschnitte des Gefässsystems in mehrere durch die Beziehungen zum Scelet begründete Gruppen vereinigt, deren Bestandtheile in den einzelnen Classen und Ordnungen der Wirbelthiere jedoch nicht allgemein vorhanden sind.

1) System der *Arteria subvertebralis media*. Es besteht dieses aus den unpaaren, unterhalb des Rückgrates verlaufenden Arterien, wie *Aorta descendens*, *A. sacralis media* und *A. caudalis* aller Wirbelthiere, *A. vertebralis impar* der Schlangen und Myxinoiden, und *A. vertebr. media capitis* der letzteren. Die Arterien der Eingeweide gehen sämmtlich aus diesem Systeme hervor.

2) System der *Arteriae subvertebrales laterales*. Paarig vorhandene Arterien zu beiden Seiten unterhalb der Wirbelsäule und der damit verbundenen Rippenköpfchen. Die *Art. cervicalis profunda*, *intercostalis prima*, *ileolumbalis*, *sacra lateralis* der Säugethiere und des Menschen gehören hierher. Auch die Art. des *circulus cephalicus* der Fische, sowie die diesen zum Theile entsprechenden Carotiden der höheren Thiere sind anzureihen.

3) Das System der *Arteriae vertebrales transversales* lagert über den Rippenköpfchen oder deren Aequivalenten, so dass es die *Art. vertebralis* der beiden oberen Classen nebst jenen der Crocodile, dann die *Art. intercostalis communis anterior* und *posterior* der Vögel und Schildkröten umfasst.

4) Das System der *Art. epigastricae* umfasst im Allgemeinen die meist paarigen, an der ventralen Körperwand verlaufenden Längsstämme, wie sie schon bei manchen Fischen auftreten und dort als ventrale Verlängerungen der Kiemenvenen erscheinen, entweder nach hinten verlaufend (*Art. epigastrica descendens*), oder die Kehlgegend versorgend (*Art. epig. ascendens*). Bei den höheren Wirbelthieren entspricht diesem Systeme die aus der Subclavia stammende *Art. mammaria interna*, sowie die dieser entgegenkommende *A. epigastrica inferior*.

5) Das System der *Art. intercostales* entspricht den einzelnen im Scelete ausgeprägten und in der Musculatur des Rumpfes wiederholten Wirbelabschnitten des Körpers und besteht somit aus eben so vielen querverlaufenden Stämmen als Wirbelsegmente vorhanden sind, doch in sehr verschiedengradiger Ausbildung den Verhältnissen der Wirbelabschnitte angepasst. Diese Querstämme sind Aeste der Epigastrica oder der längs der Wirbelsäule liegenden Arterienstämme, und es können

dann die *Art. subvertebralis impar* (Aorta) oder die *subvertebrales laterales*, oder die *vertebrales transversales* ihre Ursprungsstätten sein. In ähnlicher Weise verhält sich auch:

6) Das System der *Art. spinales anteriores* und *posteriores*, durch welche das centrale Nervensystem versorgt wird. Sie entspringen aus einem der subvertebralen oder vertebralen Längsstämme oder aus Zweigen derselben, namentlich aus den Intercostalarterien, gehen zum Rückenmarke durch die *Foramina intervertebralia*, und können sämmmtlich bald gleichen Ursprung haben, bald an den verschiedenen Körperabschnitten einen differenten, so dass sie, wie dies beim Menschen der Fall ist, am Rumpfe aus den Intercostalarterien, am Halse aus den Vertebralarterien hervorgehen. Der letzte Ast der Vertebralis, oder das zwischen Hinterhaupt und dem ersten Halswirbel in den Schädel dringende Ende derselben ist demnach gleichfalls eine Spinalarterie, sowie auch die in den Schädel gehenden Carotiden als Spinaläste sich verhalten; und der ganze aus den zur *Art. basilaris* vereinigten Spinalenden der Vertebralis und den Spinalenden der Carotiden gebildete *Circulus Willisii* ist demnach einer jener Arterienringe, wie sie auch weiter abwärts am Halstheile des Rückenmarks von der *Art. spinalis anterior* gebildet werden*).

§. 51.

b) Vom Venensysteme.

Das im Körperkreislaufe venös gewordene Blut wird ursprünglich bei allen Wirbelthieren durch paarige subvertebral gelegene Venen dem Herzen wieder zugeführt (vergl. Fig. 175. *dd'*). Es sind bei den Fischen vier solcher Stämme vorhanden, zwei von vorn kommend, die sogenannten Jugularvenen oder vorderen Vertebralvenen, und zwei von hinten, die hinteren Vertebralvenen, welche jederseits in einen Quercanal vereinigt sind. Der letztere, *Ductus Cuvieri* genannt, senkt sich entweder für sich oder mit dem der anderen Seite vereinigt in den Vorhof des Herzens, der hier eine Erweiterung als gemeinsamen Venensinus besitzt.

---

*) Ueber die Detailverhältnisse des arteriellen Gefasssystemes der Wirbelthiere ist ausser den schon citirten Schriften besonders nachzusehen: Für Fische: Hyrtl, Med. Jahrbücher des österreichischen Staates. Bd. XV. 1838. Peters, Ueber einem dem Lepidosiren annectens verwandten Fisch. Müll. Archiv 1845. Für Amphibien: Burow, *de vasis sanguiferis ranarum. Regiomont* 1834. Für Reptilien: Bischoff, in Müll. Archiv 1836. Schlemm, Anat. Beschreibung des Blutgefässsystems der Schlangen in Zeitschr. f. Phys. v. Tiedemann u. Treviranus. Bd. II. Jacquart, *Mém. sur les organes de la circulation chez le serpent Python. Ann. des sc. nat. Sér. IV. Tome IV.* Für Vögel: Barkow, anat. phys. Untersuch. vorzügl. über das Schlagadersystem der Vögel Meckels Archiv 1829. Hahn, *de arteriis anatis commentatio. Halis* 1830. Für Säugethiere: Hyrtl, vergleichende Angiologie: das Gefässsystem der Edentaten, Denkschr. der Wiener Acad. Bd. VI. Baer, Ueber d. Gefässsystem des Braunfisches Act. Ac. Leop. Car. Bd. XVII. Stannius, Ueber das Art.-Gefässsystem von *Delphinus phocaena*. Müll. Arch. 1841.

Von Rathke wurden diese bei den Embryonen der höheren Classen nur transitorisch angelegten vier Hauptvenenstämme als Cardinalvenen bezeichnet, hier sollen nur die hinteren so benannt werden.

Die *Venae jugulares* sammeln das Blut aus dem Kopfe, die Cardinalvenen meist aus den Geschlechtsorganen, den Nieren oder auch aus dem Schwanze, wenn nämlich die mit der entsprechenden Arterie verlaufende *V. caudalis* direct in sie übergeht, wie solches bei Cyclostomen und Selachiern der Fall ist. Da sich aber bei den Teleostei die Caudalvene zumeist an den Nieren in einzelne zuführende Zweige auflöst, durch welche das Blut in die *Venae renales revehentes* und so in die Cardinalvenen übergeht, so wird in allen Fällen das Caudalvenenblut schliesslich den Cardinalvenen zugeführt*). Durch die Auflösung der Caudalvenen in den Nieren kommt ein Nierenpfortaderkreislauf zu Stande, der im Wesentlichen an die früher (pag. 367) angedeuteten Einrichtungen bei den Cephalopoden sich anschliesst.

Die beiden Cardinalvenen sind in der Regel ungleich entwickelt, so dass die rechte die stärkere ist, ja die linke fehlt auch zuweilen, oder ist nur durch ein schwaches in die rechte Vertebralvene einmündendes Stämmchen repräsentirt.

Das Venenblut des Darmcanals sammelt sich in die zur Leber führende Pfortader, und von hier aus gehen die wahren Lebervenen oder ein einfacher, zwischen den beiden Cardinalvenen liegender Stamm zum Venensinus des Vorhofs. Bei den Ganoiden nimmt die Lebervene noch die Venen der Schwimmblase auf, die sich sonst in die Cardinalvenen ergiessen.

Von den Amphibien an erleidet die symmetrische Anordnung der grossen Venenstämme eine wesentliche Abänderung, und fortan stellen die Jugular- und Cardinalvenen nur noch embryonale Bildungen vor. Die Jugular- oder vorderen Cardinalvenen bleiben bei den Amphibien bestehen, empfangen noch die Venen der Vorderextremitäten, und erscheinen als zwei vordere, in den *Sinus venosus* und von da in den rechten Vorhof sich ergiessende Hohlvenen.

So bleiben die Verhältnisse noch bei den Reptilien bestehen, und auch bei den Vögeln**) nur ist bei den letzteren der *Sinus venosus* in den Vorhof aufgenommen, so dass die beiden aus der Vereinigung der Jugular- und Armvenen entstandenen oberen Hohlvenen direct in den rechten Vorhof münden. An der Schädelbasis sind beide Jugularvenen mit ein-

*) Die *Vena caudalis* geht aber häufig nur mit einem Aste in die Nieren ein, während der andere vorüberläuft und dann die *Venae efferentes* der Nieren aufnimmt, bei den Selachiern ist die Caudalvene am Nierenpfortaderkreislauf sogar gänzlich unbetheiligt.

**) Als wichtige Arbeit ist hiefür anzuführen: Neugebauer, *Systema venosum avium, cum eo mammalium et imprimis hominis collatum Nov. Act. Acad. Leop. Carol Vol. XXI P. II*

ander durch eine Anastomose verbunden, wodurch das Blut von der linken Seite zur rechten hinüber geleitet wird und die rechte *V. jugularis* dadurch auf Kosten der linken sich vergrössert.

Unter den Säugethieren finden sich noch ähnliche Einrichtungen vorherrschend, aber bei den meisten ist die *V. jugularis* nicht mehr der einzige das Blut vom Schädel ableitende Hauptstamm; es tritt noch eine innere Drosselvene auf, die bei allen wenn auch sehr häufig als ein unbedeutendes Gefäss vorhanden, bei einzelnen ein beträchtliches Caliber empfängt, und zunächst mit den Blutleitern der *Dura mater* in Verbindung steht. Der frühere Hauptstamm wird dann zur *V. jugularis externa* *).

Das Blut aus den hinteren Körpertheilen wird bei den vier oberen Wirbelthierclassen vorzüglich durch die untere Hohlvene zum Herzen geleitet, nachdem den Cardinalvenen eine andere Bedeutung zugefallen ist. Jene untere Hohlvene ist aus dem Lebervenenstamm der Fische hervorgegangen. Sie hat bei den Amphibien und Reptilien ihre Wurzeln in den ausführenden Nierenvenen, und nimmt in allen Classen durch die Lebervene das von den Eingeweiden der Leber zugeführte Blut der Pfortader auf.

In den Nierenpfortaderkreislauf der Amphibien und Reptilien gelangt das Blut der Caudalvenen und jenes der hinteren Extremitäten. Aus letzteren umgeht jedoch ein Theil die Nieren, indem die *V. iliacae* bei den Amphibien und Reptilien sich in zwei Aeste spalten, davon einer die *Venae renales advehentes* abgibt, der andere aber sich mit dem der anderen Seite vereinigt, um eine längs der Bauchwand verlaufende Abdominalvene herzustellen, die in die Leber eingesenkt einen Theil des Leberpfortadersystemes bildet. Bei den Crocodilen entzieht sich sogar der grösste Theil des aus den Schwanzvenen und der *V. iliaca communis* kommenden Blutes dem Nierenkreislaufe und wird direct zur Leber geführt. Mehr noch ist bei den Schildkröten das Nierenpfortadersystem geschwunden, da das Blut aus Schwanz und Hinterfüssen sich in zwei Abdominalvenen sammelt und zur Leber gelangt. Mit diesem Aufgeben des Pfortadersystemes der Nieren gelangen wir näher an die Einrichtungen der beiden übrigen Wirbelthierclassen.

Bei den Vögeln werden die Nieren noch von Venen durchsetzt, jedoch ohne dass eine Verästelung stattfindet, und die *Venae iliacae* bilden direct eine untere Hohlvene. Im übrigen verhält sich die *Vena cava inf.* so ziemlich gleich mit jener der Säugethiere und nimmt, an der Leber vorübergehend, die Lebervenen auf**), deren Bereich durch eine aus einer Queranastomose der *V. hypogastricae* entspringende Verbindung mit einer Mesenterialvene mit jenem der Pfordader noch zum Theile gemeinsam ist.

*) Eine gering entwickelte *V. jug. interna* besitzen die Einhufer, Wiederkäuer und die meisten Nager (*Mus, Lepus, Castor, Sciurus* u. a.). — In der sehr ausgebildeten *V. jug. interna* kommen die Affen dem Menschen nahe. Uebrigens ist diese Vene auch schon bei den Reptilien, z. B. den Crocodilen sehr selbständig geworden.

**) Bei den tauchenden Vögeln und Säugethieren (*Ornithorhynchus*, *Castor*, *Delphinus, Phoca etc.*) ist die untere Hohlvene mit einer beträchtlichen Erweiterung ver-

Das System der beiden Cardinalvenen hat in den vier höheren Classen im ausgebildeten Zustande eine andere Rolle übernommen. Die als *V. intercostales* u. s. w. aus den Wandungen des Rumpfes kommenden Venen sammeln sich jederseits in einem längs der Wirbelsäule aufsteigenden Stamm (nur bei den Schlangen durch ein unpaares Gefäss vertreten), der als *Vena vertebralis* (richtiger *Vena subvertebralis*) in je eine der *Venae anonymae* einmündet. Diesen entsprechen auch die vorderen Vertebralvenen, die entweder mit den hinteren gemeinsam oder getrennt von ihnen sich zu den beiden oberen Hohlvenenstämmen begeben. So verhält es sich bei den Amphibien, den meisten Reptilien und auch bei den Säugethieren ist dieser Theil des Venensystemes nach demselben Plane gebildet. Bei den Amphibien, besonders den ungeschwänzten ist das Ende der hinteren Subvertebralvenen rückgebildet, und der noch übrige hintere Abschnitt führt als eine Fortsetzung der *V. iliacae* in die *V. renalis advehnes*. Unter den Reptilien sind sie bei Sauriern und Schildkröten wenig entwickelt. In der Classe der Säugethiere findet sich häufig eine grössere Ausbildung der rechten Subvertebralvene vor, indess die auch bei gleicher Bildung öfters mit der der anderen Seite anastomosirende linke stellenweise schwindet, wobei dann der Rest ihres Stammes einfach in die rechte Subvertebralvene einmündet. Diese Reste des ursprünglichen Systemes der hinteren Cardinalvenen sind dann unter den Namen der *V. azygos* und *hemiazygos* bekannt, und bestehen auch beim Menschen, dessen *V. azygos* nach Aufnahme der Hemiazygos in die obere Hohlvene einmündet.

Ausser diesem Systeme bestehen noch eigentliche Vertebralvenen (auch *V. vertebrales profundae* genannt), welche über den Rippenköpfchen in dem von diesen mit den Querfortsätzen der Wirbel gebildeten Canale liegen und häufig eine grosse Mächtigkeit erreichen, so dass sie sogar das subvertebrale Venensystem vollständig ersetzen. Bei den Fischen (Petromyzon) wird es durch vordere über den Querleisten der Chorda liegende Venenstämmchen vertreten, und bei allen Säugethieren ist es wenigstens an der Halsgegend der Wirbelsäule repräsentirt, ja bei den Cetaceen vertritt es mit den hinteren Stämmen die *V. azygos* und *hemiazygos*, in gleicher Weise auch bei den Vögeln und vielen Reptilien (Schildkröten und Crocodilen).

Zur Regulirung des Blutlaufs im Venensysteme bestehen bei den Wirbelthieren noch zwei Reihen bemerkenswerther Einrichtungen, davon die eine durch Klappenvorrichtungen, die andere durch einen reichlichen musculösen Beleg der Venenwand dargestellt wird.

---

sehen, die in der erstgenannten Classe noch in der Leber, bei den Säugern unter dem Zwerchfelle liegt. Bei der Fischotter ist diese Erweiterung sogar sehr in die Länge gedehnt, und bei Phoca wird die Hohlvene beim Durchgange durchs Diaphragma mit einem Sphincter umgeben, Einrichtungen, welche sämmtlich darauf hinzielen, in gewissen Zuständen das Venenblut vom Herzen abzusperren.

Die Venenklappen als faltenähnliche Vorsprünge der Wandungen treten schon bei den Fischen auf und sind namentlich an der Einmündung der grossen Stämme in den Sinus des Vorhofs vorhanden. In geringerer Verbreitung kommen sie auch den Amphibien und Reptilien zu. Regelmässig angeordnet und in grösserer Zahl trifft man sie bei den Vögeln und vor allem den Säugethieren. Den letzteren fehlen die Venenklappen wie beim Menschen nur an der Pfortader und an den Venen der übrigen Eingeweide, dann an jenen des Kopfes und Halses.

Rythmisch pulsirende Stellen des Venensystems sind oben schon bei Amphioxus erwähnt worden, sie finden sich als ein Pfortaderherz auch bei Myxine, und deuten an, dass jeder Abschnitt des Gefässapparates sich zu einem beim Blutumlauf activ betheiligenden Organe umwandeln kann. Die Erweiterung der Caudalvene beim Aale gehört gleichfalls hieher. So kommt es denn auch, dass bei den Amphibien eine nicht unbedeutende Anzahl von Venen (z. B. *venae cavae*, *iliacae*, *axillares*) Pulsationen zeigen, die von der Herzbewegung gänzlich unabhängig sind*).

c. Von den Wundernetzen**).

Die Vertheilung der Blutgefässe im Körper geschieht in der Regel unter allmählicher Verästelung der einzelnen Stämme, bis dann mit den feinsten Verzweigungen der Arterien und Venen das System der Capillaren zusammenhängt, beiderlei Blutgefässe mit einander verbindend. Abgesehen von den eigenthümlichen Einrichtungen, wie sie die Schwellkörper und andere erectile Organe besitzen, oder wie sie in den von knöchernen Wandungen umschlossenen, oft mehr lacunären Bluträumen bestehen, herrscht im Blutgefässapparate vieler Organe bezüglich der Vertheilung der Gefässe eine etwas abweichende Weise. Eine Vene oder Arterie theilt sich nämlich plötzlich in ein Büschel feiner Aeste, die mit oder ohne Anastomosen sich entweder in das Capillarsystem verlieren, oder sich bald wieder in einen Stamm sammeln. Eine solche Gefässvertheilung bezeichnet man seit lange als Wundernetz, *rete mirabile*. Ihre Bedeutung liegt offenbar in einer Verlangsamung des Blutstroms und Vermehrung der Oberfläche der Gefässbahn, woraus eine Veränderung in den Diffusionsverhältnissen der ernährenden Flüssigkeit resultiren muss. Geht aus einer solchen Auflösung eines Gefässes wieder ein Gefässstamm hervor, so nennt man das Wundernetz bipolar oder amphicentrisch, bleibt das Gefässnetz aufgelöst, so wird die Bildung als diffuses, unipolares oder monocentrisches Wundernetz bezeichnet. Bald sind nur Arterien oder

*) Nach Leydig besitzen solche Venen quergestreifte Muskeln.

**) Vergl. Joh. Müller's Handb. d. Physiologie. 4. Aufl. Bd. I pag 187. u. vergl. Anat. d. Myxin. Dritte Fortsetz. pag. 99.

nur Venen (*R. mir. simplex*), bald beiderlei Gefässe unter einander gemischt (*R. mir. geminum s. conjugatum*) an dieser Bildung betheiligt.

Solche Wundernetze finden sich an den verschiedensten Körperstellen und Organen; besonders hervorzuheben sind folgende:

1) In den Pseudobranchien der Fische. Kiemenartige aus freien oder verwachsenen Blättchen bestehende Organe, die zuweilen eine drüsenähnliche Beschaffenheit erlangen, immer aber dem Athmen fremd sind, und daher von den respiratorischen Nebenkiemen unterschieden werden müssen. Sie liegen bei den Knochenfischen an den Wandungen der Kiemenhöhle und erhalten ihr Blut aus einem Aste der ersten Epibranchialarterie (der *Art. hyoidea*) oder direct aus dem *Circulus cephalicus*. Die Arterie bildet in jedem Blättchen oder Läppchen mehrere Verzweigungen, aus denen sich wiederum ein Arterienstämmchen, die *Art. ophthalmica magna* sammelt.

2) Wundernetze der Choroidea. In der Aderhaut des Wirbelthierauges kommen bald diffuse, bald amphicentrische Wundernetze vor, letztere bei den Knochenfischen, bei denen sie die sogenannte Choroidealdrüse bilden. Diese erhält ihr Blut von der aus der Pseudobranchie entspringenden *Art. ophth. magna*, die sich somit zu ihr wie eine Pfortader verhält. Aus der *Glandula choroidealis* entspringen die Arterien der Aderhaut. Bei den übrigen Wirbelthieren, an welche sich auch noch Störe und Selachier reihen, wird die »Choroidealdrüse« durch eine reiche Vertheilung der hinteren kurzen Ciliararterien repräsentirt, die ein diffuses Wundernetz darstellen.

3) Aus Zweigen der Carotis bildet sich ein amphicentrisches Wundernetz. So bei den Selachiern. In den Augenhöhlen der Vögel, der Wiederkäuer und anderer Säugethiere liegen gleichfalls Wundernetze aus Aesten der inneren Carotis. Aehnliche bilden sich auch in der Schädelhöhle und in der Nasenhöhle aus (Wiederkäuer, Pachydermen).

4) Mächtige Wundernetze stellen die Intercostalarterien und die *Venae iliacae* der Delphine dar. Aehnliche finden sich beim dreizehigen Faulthiere an Axillararterie und Vene.

5) Die Arterien und Venen der Eingeweide zeigen mitunter das gleiche Verhalten. Ein sehr verbreitetes Wundernetz bildet die grosse Eingeweidearterie und die Pfortader der Thunfische, und ähnliche besitzen einige Haie an den Eingeweidearterien und den Lebervenen. Unter den Säugethieren ist hier zu nennen das Wundernetz der Leberarterie des Schweines.

6) Wundernetze der verschiedensten Art finden sich an der Schwimmblase der Fische, wo die sogenannten rothen Körper der amphicentrischen Form derselben ihre Enstehung verdanken, z. B. beim Aale, Barsche und bei Gadusarten.

Die Wundernetze an den Extremitäten von vielen Säugethieren, bald nur durch Arterien, bald aus Venen, bald aus beiden gebildet,

machen den Uebergang zu den einfacheren Gefässgeflechten, die wegen ihrer grossen Verbreitung meist im Venensystem nicht mehr als besondere Einrichtungen zu betrachten sind*).

§. 53.

Vom Lymphgefässsystem.

Mehr noch als unter den Blutgefässen die Venen durch Bildung von Sinussen und cavernösen Räumen schliesst sich an die minder differenzirten Blutbahnen der niederen Thiere das Lymphgefässsystem der Wirbelthiere an. Es stellt dies jenen Abschnitt des gesammten Kreislaufsapparates vor, der am wenigsten differenzirt, daher am wenigsten selbständig ist, und sehr häufig in blossen Lücken der Bindesubstanz seine Bahnen besitzt, wie dies durch Leydig**) in umfassender Weise gezeigt ward. Durch grössere Ausdehnung solcher Lücken kommen wahre Lymphräume zu Stande, die den Blutlacunen der Weichthiere an die Seite zu stellen sind. Wenn diese Form bei den niederen Wirbelthieren die vorherrschende ist und erst an den Hauptabschnitten bestimmte durch Muskelbeleg charakterisirte Wandungen auftreten, so stellen sich die Lymphgefässe der höheren Wirbelthiere schon mehr auf die Stufe der Blutgefässe und werden sogar durch (ähnlich den Venenklappen, einen Rückfluss der Lymphe verhindernde) Klappen ausgezeichnet, so dass nur den Anfängen derselben eine mehr lacunäre Beschaffenheit zukommt.

Die äussersten Aeste der Lymphgefässe treten bei allen Wirbelthieren in grössere, die Blutgefässe begleitende Stämme zusammen, und sammeln sich in einen oder zwei unter der Wirbelsäule liegende Hauptcanäle, die ins System der oberen Hohlvene einmünden, aber auch sonst noch mit dem Venensystem häufig verbunden sind.

Weite Lymphräume sind unter den drei niederen Wirbelthierclassen sehr verbreitet, und sind namentlich bei einigen Fischen und unter der Haut mehrerer Amphibien von grosser Ausdehnung, bei letzteren auch um manche Eingeweide beträchtlich grosse Behälter darstellend.

In ihrem Verlaufe verfolgen sie vielfach die Bahn der Blutgefässe, und bei Fischen, Amphibien und Reptilien umhüllen sie scheidenartig die

*) Eine auf die Wundernetzbildung zurückführbare Einrichtung wurde durch Vrolik und Schröder van der Kolk an den tiefen Armvenen bei Vögeln gezeigt, wo die Armvenen die *Art. cubitalis* und *radialis* derart umspinnen, dass an einzelnen Stellen die Arterie wie in eine einzige grosse nur hie und da durchbrochene Vene eingebettet erscheint. Es sind *Sarcorhamphus*, *Falco*, *Strix*, *Grus*, *Podiceps*, *Larus*, *Carbo* und *Cygnus* zu nennen (*Ann. des sc. nat.* 4. *Sér. T. V.*). Zahlreicher sind solche Geflechte bei Säugethieren. Dahin gehört die büschelförmige Zertheilung der *Art. brachialis*, sowie der *Art. iliacae* und *Art. sacralis* bei verschiedenen Edentaten.

**) Lehrbuch der Histologie des Menschen u. d. Thiere. p. 419.

grösseren Blutgefässe, namentlich Arterien (Aorta), so dass letztere wie in einem weiten Lymphraum eingebettet sind. Von den Wandungen der Arterie gehen dann zahlreiche Brücken zu den Wänden des Lymphraumes herüber und können bei reichlicher Entwickelung zu einer Geflechtbildung führen, welche die Arterie rings umspinnt.

Die Verbindung der Hauptstämme mit dem Blutgefässsysteme findet auf verschiedene Weise statt. Bei den Fischen münden zwei *Ductus thoracici* vorn in die Jugularvenen, und diesen entsprechen auch die aus dem Lymphraum oder aus Geflechten entspringenden Stämme bei Amphibien und Reptilien, die sich in die Subclavia ergiessen, bei den Schlangen*) sogar mehrfache Communicationen mit dem Venensysteme darbieten. Der doppelte *Ductus thoracicus* der Vögel ergiesst sich in die *VV. brachiocephalicae*, der häufig Anfangs gleichfalls doppelte Lymphgang der Säugethiere**) in den Anfang der linken *Vena brachiocephalica*.

Mit dem hinteren Abschnitt des Venensystems sind einzelne grössere Stämme des Lymphgefässsystems fast in der Regel verbunden. So geht bei den Fischen ein aus den Seitentheilen des Körpers sich sammelnder Lymphgefässstamm (Fig. 183. *c c'*) in einen Caudalsinus (*a*) über, der sich mit dem der anderen Seite durch einen Querstamm (*b*) verbindet und vorn in den Anfang der Caudalvene (*d*) sich fortsetzt. Eine ähnliche Vereinigung mit dem Gebiete der *VV. ischiadicae* oder der zuführenden Nierenvenen findet bei den Amphibien, Reptilien und Vögeln statt.

Fig. 183.



An den Einmündestellen in die Venen sind die Lymphgefässe häufig erweitert, und erscheinen als sinuöse Ausbuchtungen, einfache Blasen oder von einem Trabekelgewebe durchzogene Hohlräume. Tritt in den Wandungen noch ein Beleg von quergestreiften Muskelfasern hinzu, so entstehen contractile, pulsirende Abschnitte, die Lymphherzen. Solche erscheinen bei den Amphibien, und zwar zu vieren, wie z. B. beim Frosche, wo zwei zu den Seiten des Steissbeins, zwei an der Schultergegend liegen. Die hinteren Lymphherzen besitzen die Reptilien und Vögel, bei letzteren***) nicht selten durch den Mangel des Muskelbelegs auf blosse Erweiterungen zurücksinkend.

Fig. 183. Caudalsinus *a a*. Anastomosirender Querstamm *b*. Seitengefässe *c*. und Ursprung der Caudalvene *d*. von *Silurus glanis*. (Nach Hyrtl.)

*) Diese besitzen nur einen einfachen *Duct. thoracicus*.

**) Unterhalb des Zwerchfells ist der *Ductus thoracicus* fast immer mit einer Erweiterung, der *Cysterna chyli*, versehen.

***) Die Lymphherzen oder die ihre Stelle vertretenden Räume liegen bei den Vögeln beiderseits am Steissbeine und leiten in die Venen der Schwanzgegend. — Vergl. Stannius in Müll. Arch. 1843.

Als wesentliche Bestandtheile des Lymphgefässsystems sind noch die drüsigen Theile anzuführen, die sich entweder als einfach folliculäre Belege an den die Blutgefässe umgebenden Lymphräumen finden, oder bestimmter abgegränzt, als Lymphdrüsen, grössere Anschwellungen im Verlaufe der Lymphbahnen vorstellen. Beiden Formen liegt eine und dieselbe Einrichtung zu Grunde, nämlich die Einschaltung eines die Formelemente der Lymphflüssigkeit bildenden Parenchyms in die Wandungen der Bahn der Ernährungflüssigkeit. Die erstere Form ist vorzüglich den Fischen eigen und ihre wenig auffallende Bildung war Ursache, dass man lange Zeit diesen Thieren Lymphdrüsen absprach. Nach Leydig's Untersuchungen sind jedoch derartige Bildungen nicht selten, und es hat den Anschein als ob eine Reihe bisher als eigenthümliche Organe beschriebener Drüsen fernerhin hierher zu rechnen seien*). Bei den Amphibien und Reptilien werden die eigentlichen Lymphdrüsen noch vermisst und nur beim Crocodil ist eine Mesenterialdrüse beobachtet. Auch den Vögeln scheinen sie nur in beschränkter Weise (am Halse) zuzukommen, und erst bei den Säugethieren treten sie allgemeiner auf, sowohl an dem chylusführenden Abschnitte des Lymphsystems im Mesenterium, als auch im übrigen Körper verbreitet. Bei einigen Säugethieren (z. B. Phoca, Canis, Delphinus) sind die Mesenterialdrüsen zu einer einzigen Masse, dem sog. *Pancreas Aselli* vereinigt.

Wie die oben geschilderten Einrichtungen des Kreislaufapparates von jenen der wirbellosen Thiere durch ihre aus jenen einfacheren Zuständen herausgebildete Complication sich verschieden ergeben, so treffen wir auch im Verhalten der ernährenden Flüssigkeit eine Fortbildung an, indem nur die jüngeren Entwickelungszustände der geformten Bestandtheile des Blutes, nämlich die Lymphzellen den Blutzellen der niederen Thiere homolog erscheinen. Die eigentlichen Blutzellen haben dagegen eine höhere Stufe betreten, denn sie sind die Träger des Farbstoffes geworden, der nun nicht mehr, wie bei Würmern noch, an die Flüssigkeit gebunden erscheint**). Dabei ist auch die Vielgestaltigkeit aufgegeben und die Form eine mehr concrete geworden, charakteristisch für die einzelnen Classen. Bis zu den Säugethieren hin offenbaren sie durch den Kern den Charakter der Zelle. Bei Säugethieren und beim Menschen sind die Kerne der Blutzellen nur bei Embryonen vorhanden, und die fertigen Formbestandtheile des Blutes haben die Zellenform gewissermaassen nur als ein Stadium ihrer Entwickelung.

Vermöge ihres Baues müssen den Lymphdrüsen noch einige bisher gewöhnlich davon fern gehaltene Organe beigerechnet werden, nämlich die Milz und die Thymus.

---

*) Vergl. vorzüglich Leydig, Lehrbuch der Histologie pag. 421.

**) Ohne geformte Bestandtheile ist das farblose Blut von Amphioxus. Die Gattung *Leptocephalus* besitzt nach Kölliker farblose Blutkörperchen.

Die Milz ergiebt sich im Wesentlichen folgenderweise gebaut. In einem bestimmt abgegränzten Balkengerüste von Bindegewebe verzweigen sich Blutgefässe und enthalten in ihrem arteriellen Abschnitte in der äusseren Haut (*Tunica adventitia*) Lymphkörperchen bildende Räume, die sich bald in längeren Strecken an und um die Arterien hinziehen, bald rundliche den Arterien ansitzende Bläschen (die sogenannten *Corpuscula Malphighii*) bilden, und dadurch die Verwandtschaft mit den Lymphdrüsen beurkunden. Die Räume zwischen den Balkennetzen erscheinen als lacunenartige Erweiterungen des Venensystems, ihr Inhalt bildet die sogenannte rothe Pulpa der Milz, durch welche allein dies Organ sich von den eigentlichen Lymphdrüsen unterscheiden würde, wenn nicht auch mit einer rothen Pulpa versehene Lymphdrüsen bekannt geworden wären, so dass also eine scharfe Gränze zwischen beiderlei Organen gerade im Wesentlichen verschwindet*).

Mit Ausnahme von Amphioxus und den Myxinen**) ist die Milz bei allen Wirbelthieren vorhanden und zwar in der Nachbarschaft des Magens, bald ein einfaches längliches oder rundliches Organ von dunkelrother Farbe darstellend, bald in eine verschieden grosse Anzahl von rundlichen Läppchen zerfallend. Letzteres ist namentlich bei den Selachiern der Fall; es findet sich aber auch in den übrigen Classen in der Art, dass neben einer grösseren Abtheilung der Milz noch mehrere, ja sogar zahlreiche kleinere Nebenmilzen bestehen, wie unter den Säugethieren besonders beim Delphin.

Was die Thymus betrifft, so erscheint sie überall als ein aus Läppchen zusammengesetztes Organ, in den Läppchen dieselben Follikel bergend, wie sie die Milz in den Malpighi'schen Körperchen besitzt. In der Mitte des Organes findet sich ein Hohlraum, der sich bei einem acinösen Bau der Thymus auch in die Acini hinein erstreckt, jedoch nirgends in einen Ausführgang sich fortsetzt.

In den unteren Classen ist die Thymus ein paariges Organ, das der einen Seite ohne Zusammenhang mit dem der anderen, bei den einzelnen Abtheilungen in sehr verschiedener Lagerung, jedoch immer so, dass es den primitiven Aortenbogen oder deren Derivaten benachbart ist.

Unter den Fischen liegt sie bei den Myxinoiden weit nach hinten, am Ende der Kiemen, bei verschiedenen Knochenfischen***) nach innen am Schultergürtel und auch bei den Selachiern an ähnlichen Stellen. Daran reihen sich auch die Amphibien, bei denen sie, wie z. B. beim Frosche, hinter dem Kieferwinkel zu finden ist. Weiter nach abwärts ist sie bei

*) Vergl. vorzüglich Leydig l. s. c. pag. 438.

**) Nach Kölliker fehlt die Milz auch bei *Leptocephalus* und *Helmichthys*.

***) Nach Stannius bei *Gadus, Pleuronectes, Lophius*. Vergl. Müll. Archiv 1850. pag. 501.

den Reptilien gerückt, und lagert z. B. bei den Schildkröten zwischen Subclavia und Carotis. Paarig ist sie auch noch bei den Vögeln, indess sie bei den Säugethieren sich zu einem unpaaren, hinter dem *Manubrium Sterni* gelagerten Organe umgewandelt hat. Die grösste Entwickelung der Thymus fällt in die frühesten Lebenszustände, so dass das Organ bei den Larven der Amphibien wie bei den Embryonen der Säugethiere sein grösstes Volumen besitzt, bei den Säugethieren sogar nach der Geburt allmählich verschwindet. Nur bei den im Wasser lebenden Säugethieren, Delphinen und Phocen scheint es in ansehnlichem Volum fortzubestehen.

§. 54.

Von den Athmungsorganen.

Für die Zwecke der Respiration bestehen bei den Wirbelthieren zwei dem morphologischen Principe nach verschiedene Einrichtungen, die nur in einem Umstand, dem der Flächenvergrösserung der respirirenden Körperstelle mit einander harmoniren. Die beiden Möglichkeiten der Oberflächenvergrösserung sind hier vertreten, und zwar in der Weise einander folgend, dass die eine gegen das zu respirirende Medium sich in Fortsatzbildung erhebende Form (Kiemenbildung) als die niederste Einrichtung den niederen Typen zukommt, indess die andere, auf die Bildung von athmenden Hohlräumen (Lungen) begründete, erst in den höheren Typen Platz greift. Der Plan zu beiden Einrichtungen kommt jedoch niederen wie höheren Typen gleichmässig zu, und nur in der Entwickelung zeigen sich Differenzen, indem da, wo die Kiemen die vorwiegenden Respirationsorgane sind, die Lungenbildung gar nicht entfaltet wird oder gehemmt sich entwickelt, ja sogar zu anderen Zwecken verwendet werden kann, während die höhere Entwickelung der Lungen die geringe Ausbildung der Kiemen, oder selbst das Fehlen derselben, und endlich sogar das Schwinden und die Umformung der ursprünglich zu den Kiemenorganen in enger Beziehung stehenden Apparate (der Kiemengerüste) zur gesetzmässigen Folge hat.

Da beiderlei Organe verschiedenen Ursprungs sind, und sowohl im Plane, als in der Entwickelung kein morphologisches Moment mit einander gemein haben, so ist leicht ersichtlich, dass sie auch neben einander bestehen können; da aber das eine, nämlich das durch Kiemen vertretene eine niedere Stufe repräsentirt, so wird ihre Entwickelung eine ungleiche sein, und es werden die Lungen da immer eine geringe oder gar keine respiratorische Bedeutung besitzen, wo neben ihnen noch Kiemen bestehen. Es ist wichtig diese morphologische Werthverschiedenheit der Kiemen und Lungen gehörig zu berücksichtigen, da nur wenige Einrichtugnen so deutlich wie diese die allmähliche Entfaltung eines allgemeinen Bauplanes erkennen lassen.

Von den Kiemen.

Es ist diese Art der Athmungswerkzeuge ausschliesslich auf Fische und Amphibien beschränkt, bei letzteren sogar häufig nur während des Larvenzustandes vorhanden. Die Kiemen bestehen immer aus Blättchen oder Falten, oder aus büschelförmigen Fortsätzen, und liegen immer in der Nähe des Einganges des Nahrungscanals, meist so angebracht, dass die seitlichen Wände des vordersten Abschnittes des letzteren ihnen als Ursprungsstelle dienen, und dass die Mundhöhle zugleich zur Athemhöhle wird. Dadurch entsteht eine Vereinigung verschiedener Functionen an einer Körperstelle, ähnlich wie sie bei dem Athemsacke der Ascidien (pag. 354) sich dargestellt hat. Das oben bei dem Scelete geschilderte, von der Schädelbasis ausgehende, den Eingang des Nahrungscanals seitlich umfassende Bogensystem bildet den Stützapparat der Kiemen, und die zwischen den Bogen befindlichen Spalten (Kiemenspalten) leiten das durch den Mund aufgenommene Wasser an den Kiemen vorüber nach aussen*). Die Kiemenspalten werden bei den Knochenfischen und Ganoiden durch einen von vorne her vom Tragapparat des Unterkiefers ausgehenden Deckel überragt, dessen knöcherne Grundlagen gleichfalls beim Scelete berücksichtigt wurden, und an den sich nach unten ein von Knochenstrahlen gestützter häutiger Deckel (die *Membrana branchiostega*) anschliesst, so dass sämmtliche Kiemenspalten durch eine einzige vor dem Schultergürtel gelegene Oeffnung nach aussen münden, die durch den beweglichen Kiemendeckel erweitert und geschlossen werden kann. Sowohl die Grösse des Deckels und der äusseren Kiemenhöhlenöffnung als auch die Grösse der Spalten erleidet vielfache Schwankungen**), die nicht nur nach den Ordnungen, sondern sogar nach Familien und Gattungen wechseln. Die auf den Kiemenbogen nach aussen sitzenden Blättchen sind gewöhnlich dreieckig, mit der Basis festgeheftet und in zwei Reihen angebracht. Zu jedem Blättchen (Fig. 184 *bb*) tritt ein Aestchen (*d'*) der in der Furche der Kiemenbogen verlaufenden Kiemenarterie (*d*), die sich darin in ein Capillarnetz auflöst, aus welchem am ent-

---

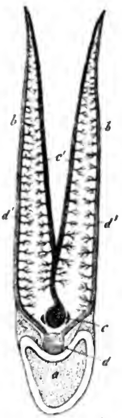
*) Hievon etwas abweichend sind die Athemorgane von Amphioxus in ihrem Verhalten zum Anfange des Nahrungscanals. Die Mundöffnung führt nämlich in einen geräumigen weit nach hinten reichenden Athemsack (Fig. 168. *d*), in dessen Grunde der Eingang des Darmes liegt, und an dessen Wandungen zahlreiche, arcadenförmig an einander gereihte Gitterstücke sich hinziehen, durch deren Spalten das eingeschluckte Wasser nicht sogleich nach aussen, sondern vielmehr, ganz wie bei den Tunicaten (*Ascidiae*) in die Leibeshöhle gelangt, um von da durch eine besondere Oeff- (Abdominalporus) (*c*) entleert zu werden.

**) Sehr eng ist diese Oeffnung z. B. bei *Mormyrus*; dann auch in der Familie der Aale. In einer hierzu gehörigen Gattung, *Symbranchus*, sind die beiden Kiemenöffnungen zu einer einzigen unter der Kehle gelegenen Spalte verschmolzen.

gegengesetzten Rande des Blättchens der Ast einer Epibranchialarterie (c') sich entwickelt, deren Stamm (c) wiederum in der Furche an der Basis der Blättchen verläuft. —

Während die meisten Knochenfische alle vier Kiemenbogenpaare mit doppelten Kiemenblättchenreihen *) besetzt tragen, gibt sich doch bei manchen die allgemeine und tiefer begründete morphologische Bedeutung der sogenannten Kiemenbogen durch Schwinden ihrer Kiemenblättchen zu erkennen.

Fig. 184.



So können einzelne Bogen nur mit einer Blättchenreihe versehen sein, oder die Blättchen fehlen gänzlich, so dass nur drei oder auch nur zwei wahre Kiemenbogen vorhanden sind **).

Die Zahl der Kiemen kann aber auch vermehrt sein, indem an der Innenfläche des Kiemenoperculums eine Reihe Kiemenblättchen auftritt, die als **Nebenkieme** bezeichnet wird. Es ist diese bei Ganoiden und Chimären vorhanden und wohl von den **Pseudobranchie** zu unterscheiden, die einer grossen Anzahl von Selachiern und Knochenfischen, auch mehreren Ganoiden zukommend, nur kiemenähnliche, aber stets arterielles Blut empfangende Gebilde darstellen, die meist an der oberen Wand der Kiemenhöhle befestigt sind. Das gleichzeitige Vorkommen von Nebenkiemen und Pseudobranchien, wie z. B. bei Lepisosteus (Fig. 176. *ip.*), lehrt, dass beide Gebilde morphologisch nicht identisch sein können.

Die bisher geschilderte Form der Kiemenanordnung kann als die typische angesehen werden, da sie sich den einfachen Verhältnissen des Sceletes anpasst, und keine wesentlich neuen zum Zwecke der Athmung dienenden Einrichtungen hervorruft. Ihr ent-

Fig. 184. Darstellung der Gefässvertheilung in den Kiemenblättchen. *a.* Querdurchschnitt des Kiemenbogen. *bb.* Zwei Kiemenblättchen. *c.* Kiemenvene. *c'* Aestchen der Kiemenvene in den Blättchen. *d.* Kiemenarterie. *d'd'* Aestchen der Kiemenarterie in den Kiemenblättchen. (Nach **Cuvier**.)

*) Verschieden von den übrigen Knochenfischen verhalten sich die *Lophobranchier* hinsichtlich der Anordnung der Kiemenblättchen, die hier zu quastenförmigen Gruppen vereinigt die Kiemenbogen besetzt halten.

) Eine Kiemenblattreihe fehlt z. B. bei **Scorpaena, **Scarus**, **Polypterus** u. s. w. **Diodon** und **Tetrodon** besitzen sogar nur drei vollständige Kiemen, und **Lepidosiren** ist nur mit 2 vollständigen Kiemen am 3. und 4. Bogen versehen, indem der zweite Bogen nur theilweise Kiemenblättchen trägt. Am weitesten endlich geht die Rückbildung bei **Amphipnous**, an dem nur der zweite Bogen eine wenig entwickelte Kieme besitzt und die übrigen sich gar nicht weiter an der Kiemenbildung betheiligen.

spricht auch vollkommen jene Bildung der Athemwerkzeugunge, wie sie bei den Amphibien im Larvenstadium, oder auch bleibend erscheint.

Modificationen dieses Grundplanes treten bei den Cyclostomen und Selachiern auf, indem hier die Kiemenblätter nicht mehr frei an den Bogen sitzen, sondern in taschenförmigen Höhlen angebracht sind, die nach innen mit der Mundhöhle, und nach aussen mittels Spaltöffnungen communiciren. Bei den Selachiern sind die Kiemensäcke, deren jederseits in der Regel 5 bestehen*), an ihrer vorderen und hinteren Wand von den festgewachsenen Kiemenblättchen besetzt und allein der letzte Kiemensack besitzt deren nur an seiner vorderen Wandung. Dieser letztere Umstand leitet dahin, die Kiemen der Selachier auf jene der Knochenfische und Ganoiden zu reduciren, was in der Weise thunlich wird, wenn man die Blättchen der Doppelreihe vom Kiemenbogen eines Knochenfisches immer auf je zwei Kiemensäcke vertheilt sich vorstellt, so dass die vordere Reihe je dem vorderen, die hintere Reihe je dem hinteren Kiemensacke zufällt. Der zwischen je zwei Kiemenbogen gelegene Raum würde die Höhlung des Kiemensackes bilden, dessen vordere Wand die hintere Blättchenreihe eines vorderen, dessen hintere Wand die vordere Blättchenreihe eines hinteren Kiemenbogens aufnähme**).

Aehnliche auf dieselben Beziehungen gegründete Kiemensackbildungen kommen auch bei den Cyclostomen zu Stande, sind aber hier weiter nach hinten, an die Seite des Oesophagus gerückt. Die Zahl der Kiemensäcke beläuft sich jederseits auf 6—7. Jeder Sack führt nicht mehr durch eine einfache Spalte in den Anfangstheil des Verdauungsapparates, sondern ist durch eine röhrige Verlängerung (innerer Kiemengang) mit der Speiseröhre in Verbindung. Nach aussen leitet ein ähnlicher äusserer Kiemengang. In dem Verhalten dieser beiden von dem eigentlichen Kiemensacke entspringenden Canäle bestehen mehrfache Verschiedenheiten, die jedoch wieder auf den allgemeinen Plan zurückführbar sind. Jeder innere Kiemengang (Fig. 185, *i*) mündet entweder für sich am Oesophagus nach innen (Bdellostoma, Myxine), oder es vereinigen sich alle in ein unter dem Oesophagus gelegenes mittleres Athemrohr, durch welches also den einzelnen Kiemensäcken das Wasser zugeführt wird (Petromyzon). — Die äusseren Kiemengänge bieten die gleichen

*) *Hexanchus* besitzt 6, *Heptanchus* 7.

**) Man kann dieses Verhältniss sich recht gut noch mit Hinzurechnen der Nebenkiemen in folgendem neuerlich von Milne-Edwards angegebenen Schema versinnlichen, wo *b* die Kiemenblättchenreihen, *B* die Kiemenbogen und Kiemensäcke bezeichnen soll. *B. ac.* ist Nebenkieme.

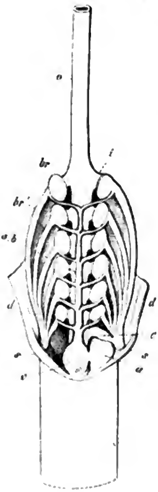
Knochenfische . . . *B. ac.* B^1 B^2 B^3 B^4

b b | *b b* | *b b* | *b b* | *b*

Selachier . . . . . B^1 B^2 B^3 B^4 B^5

Differenzen. Sie können einzeln zur äusseren Mündung kommen (Bdellostoma, Petromyzon), oder jeder äussere Kiemengang (*br'*) tritt auf seiner Seite nach hinten, wo sich alle auf jeder Seite in einen gemeinschaftlichen Canal vereinigen, der nahe an der Mittelline des Bauches seine Ausmündung (*s*) hat. Das Athmungsloch der linken Seite communicirt noch durch einen *Ductus oesophago-cutaneus* (*c*) direct mit der Speiseröhre (Myxine). —

Fig. 185.



Durch diese Vereinigung der äusseren Mündungen der Kiemensäcke wird zugleich wieder der Plan der einfachen äusseren Kiemenöffnung der Knochenfische und Ganoiden gefunden, und es schliesst sich damit die Reihe der Kiemenbildungen bei den Fischen ab. — Nur noch einige aus Modificationen einzelner Abschnitte der Kiemenbogen entstandene Gebilde müssen hier erwähnt werden, nämlich solche, welche in einer Vergrösserung der athmenden Fläche ohne Betheiligung der Kiemenblättchen bestehen, und entweder labyrinthförmige oder auch spiralförmig gewundene Höhlungen vorstellen, deren Wände mit dem respiratorischen Gefässnetze überkleidet sind*). —

Die Grundverhältnisse des Kiemenapparates bestehen auch noch bei den Amphibien, und zwar entweder nur im Larvenzustande, als eine vorübergehende, provisorische Bildung, oder bleibend, in welch' letzterem Falle sie ihre Verrichtungen mit der Athmung durch Lungen theilt.

Es kommen bei den Amphibien zwei Formen von Kiemen vor, nämlich äussere als baumartig verzweigte Anhänge der Kiemenbogen, die seitlich am Halse frei nach aussen ragen, und innere, welche wie die Kiemen der Fische an den Kiemenbogen aufgereihte von einer Art

Fig. 185. Athemorgan von *Myxine glutinosa* von der Bauchseite. *O.* Oesophagus. *i.* Innere Kiemengänge. *br.* Kiemen. *br'* äussere Kiemengänge, die sich zu einem gemeinschaftlichen bei *s* ausmündenden Kiemengange jederseits vereinigen. *c. Ductus oesophago-cutaneus.* *a.* Vorhof des Herzens. *v.* Herzkammer. *ab.* Kiemenarterie, an jede Kieme einen Ast abgebend. *d.* Seitenwand des Leibes nach aussen und rückwärts umgeschlagen. (Nach Joh. Müller.)

*) Diese namentlich bei den *Labyrinthobranchia* vorkommenden Einrichtungen werden durch das zweite Stück des ersten Kiemenbogens gebildet. Vom vierten Kiemenbogen aus entsteht bei *Heterotis* eine spiralig zusammengerollte in die Kiemenhöhle sich öffnende Röhre, die eine analoge Bedeutung besitzt. Anderer Art sind die bei *Saccobranchus* bestehenden taschenförmigen Ausstülpungen der Kiemenhöhle nach den Seiten des Körpers hin, an deren Bildung das feste Kiemengerüste sich nicht weiter betheiligt.

Deckel überragte Blättchenbüschel darstellen. Die letztere Form ist jedoch nur eine Fortbildung der ersteren, welche wiederum hier nicht zum erstenmale auftritt, da sie merkwürdiger Weise schon bei einigen Fischen vorhanden ist und sich auch da als Vorläufer innerer Kiemen beurkundet *).

Mit äusseren Kiemen sind die Larven der Batrachier und Salamandrinen versehen; bei den ersteren sind es nur wenig verästelte Anhänge, die (beim Frosche jederseits zu zweien vorhanden) mit dem Hervorsprossen der inneren an der äusseren Seite der Kiemenbogen in einfacher oder in Doppelreihe sich ordnenden Kiemenbüschel schwinden, so dass dann der Athmungsapparat ganz ähnlich wie bei den Fischen gestaltet ist. Niemals kommt es bei den Salamandrinen zur innern Kiemenbildung, sondern die äusseren erreichen eine grössere Entwickelung, sogar nahebei Körperlänge erreichend, wie beim schwarzen Salamander, und werden durch drei paar gefiederte vom Ursprung bis zur Spitze sich verjüngende Anhänge dargestellt, deren Rückbildung erst mit der Vervollkommnung der Lungenathmung Platz greift.

In ähnlicher Gestalt und auf die Dreizahl beschränkt verbleiben die Kiemen bei den Perennibranchiaten, bei denen zuweilen, wie z. B. beim Axolotl noch eine Art von Kiemendeckel hinzukommt, der jedoch nur die Basis der vordersten Kieme überragt. Die zwischen den Kiemenbogen befindlichen Spalten bleiben mit den Kiemen gleichfalls bestehen und zeigen sich selbst noch bei einigen Salamandrinen (Menopoma), nach dem Verschwinden der Kiemen auf eine einzige jederseits am Halse gelegene Oeffnung reducirt **).

Von den Lungen.

In der physiologischen Verwendung dieser zweiten Grundform des Athemapparates walten dieselben Verhältnisse wie bei den Lungen vor. Wie das Gerüste des Kiemenapparates in den drei höheren Wirbelthierclassen keine Beziehungen zum Athemorgane besitzt, so entbehrt das in diesen Classen als Lunge erscheinende Organ der Beziehungen zum Athemapparate bei der Mehrzahl der Fische, und stellt einen eigenthümlichen wahrscheinlich hydrostatischen Apparat vor, der gewöhnlich als »Schwimmblase« bezeichnet wird ***).

*) Aeussere aus den Kiemenspalten hervorragende Kiemenfäden besitzen die Embryonen der Rochen und Haie. Unter den Dipnoi kommen sogar einige solche Fädchen als äussere Anhänge persistirend vor.

**) Höchst merkwürdig sind die äusseren Kiemen eines südamerikanischen Frosches (*Notodelphis*), indem sie hier aus glockenförmigen, mittels langer dünner Stiele von den Kiemenbogen entspringenden Organen bestehen, in denen das respiratorische Gefässnetz sich verbreitet. Weinland in Müller's Archiv 1854.

***) Bemerkenswerth ist das Vorhandensein glatter Muskelfasern in der Wandung der Schwimmblase.

Die Enstehung der Schwimmblase als eine vom Darm aus erfolgende Wucherung, ihre häufig persistirende Verbindung mit dem letzteren und endlich, was das wichtigste ist, die continuirliche Reihe von Uebergangsformen bis zu wirklichen Lungen sichert der Schwimmblase der Fische die morphologische Gleichbedeutung mit den Lungen höherer Thiere.

Wenn wir jene als Uebergangsformen bezeichneten Fälle ausnehmen, so ergeben sich zwischen Lungen und Schwimmblasen einige wichtige Verschiedenheiten. Diese bestehen in der Lagerung zum Darmrohre, und in dem Verhalten zu den zu- und abführenden Blutgefässen. Die Schwimmblase der Fische verbindet sich in der Regel mit der oberen Wand des Darmrohres, während wirkliche Lungen stets an dessen unteren Wandungen sich öffnen; die Schwimmblase empfängt arterielles Blut und gibt venöses ab, indess bei den Lungen das umgekehrte Verhalten zur Norm wird. Diese Differenzen knüpfen sich aber an das Aufgeben der respiratorischen Bedeutung des Organes, welches so weit gehen kann, dass zwischen dem Darmcanal und der Blase gar keine offene Verbindung mehr besteht. Man kann daher zwischen Schwimmblasen mit Luftgang und Schwimmblasen ohne Luftgang unterscheiden, allein auch zwischen diesen beiden scheinbar verschiedenen Formen verwischt sich die Gränzlinie, da es Schwimmblasen gibt, bei denen der mit dem Darm sich verbindende Theil nur unwegsam geworden ist. Bezüglich der Form, der Lage und des Umfanges dieses Organs herrschen die grössten Verschiedenheiten, und auch über ihr Vorkommen bei den einzelnen Ordnungen der Fische lässt sich nichts Allgemeines angeben, da die Schwimmblase einzelnen Arten derselben Gattung zukommen, anderen wieder fehlen kann*).

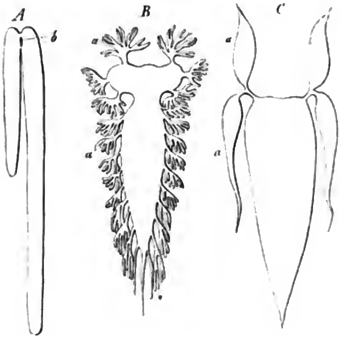
Die des Luftganges (*Ductus pneumaticus*) entbehrenden Schwimmblasen sind am mannichfaltigsten gestaltet, bald der Quere, bald der Länge nach getheilt, oder auch mit seitlichen Ausbuchtungen oder verästelten Anhängen versehen, wie solche Formen in Fig. 186. *B C* dargestellt sind.

Die Schwimmblasen mit Luftgang können gleichfalls in Abschnitte zerfällt sein, und zwar am häufigsten, wie bei den Cyprinoiden, der Art, dass ein vorderer und ein hinterer Abschnitt besteht, wovon der letztere den Luftgang absendet (vergl. Fig. 161. *m n o*). Der Luftgang mündet in der Regel in die obere Wand der Speiseröhre ein, selten seitlich oder an der unteren Wand, wie letzteres bei der nach hinten in zwei ungleich lange Schläuche getheilten Luftblase von Polypterus (Fig. 186. *A*) der Fall ist. Aber

*) Durchgängig fehlt die Schwimmblase den Leptocardiern, Cyclostomen, Selachiern und Chimären. Bei den Dipnoi und Ganoiden ist das Organ immer vorhanden, und bei den Knochenfischen in der Regel, so z. B. bei allen Malacopteris. Sehr wechselnd trifft es sich bei den Acanthopteris und Pharyngognathis.

auch Verbindungen mit dem Magen bestehen, wie z. B. bei Accipenser und Clupea (Fig. 189. *v n*). Die Innenfläche dieser Schwimmblasen ist fast immer glattwandig, nur in einzelnen Fällen kommen zellige Vorsprünge oder maschige Bildungen vor. Diese sind am meisten ausgeprägt bei Lepisosteus, wo die äusserlich einfache Blase in zwei Längsabschnitte getheilt ist, deren jeder durch zahlreiche Vorsprünge wieder in kleinere zellige Hohlräume zerfällt. Dadurch kommen Einrichtungen zu Stande, die auf eine Vergrösserung der Oberfläche abzielen, wie sie in höherer Ausbildung bei den eigentlichen Lungen bestehen.

Fig. 186.



Die Umwandlung der Schwimmblase in eine Lunge ist bei den Dipnoi vor sich gegangen. Die durch zwei lange Säcke dargestellte Schwimmblase mündet mittels eines unpaaren kurzen Canales in den Boden des Pharynx und besitzt im Innern maschenartige Vorsprünge, so dass sie der Lunge von Perennibranchiaten nahe kommt. Der Luftgang wird zu einer rudimentären Luftröhre und erhält sogar eine knorpelige, einen Kehlkopfknorpel vergleichbare Stütze. Der wesentliche Umstand ist jedoch das Hinzukommen eines respiratorischen Gefässnetzes, welches, die Wandungen auskleidend, Venenblut empfängt, und arterielles zur Körperarterie entsendet.

So werden wir zu den luftathmenden Organen der übrigen Wirbelthiere geleitet, bei denen nicht allein die Vervollkommnung der immer paarigen Lungensäcke, sondern auch der lufteinführenden Wege eine stufenweise Ausbildung zeigt, und die Differenzirung der Function des Organs sich namentlich darin ausprägt, dass an den Luftwegen bestimmte Abschnitte zu Stimmwerkzeugen sich differenziren. Wir werden daher fernerhin die das respiratorische Gefässnetz tragenden Lungensäcke als ausschliesslich der Athmung vorstehend und die einzelnen Abschnitte der Luftwege, an welche noch andere Verrichtungen gebunden sind, zu unterscheiden haben.

Am einfachsten, weil der inneren Vorsprünge gänzlich entbehrend, erscheinen bei den Amphibien die Lungen der Perennibranchiaten, wäh-

Fig. 186. Verschiedene Formen von Schwimmblasen. *A.* von *Polypterus bichir* nach J. Müller. *B.* von *Johnius lobatus*. *C.* von *Corvina trispinosa* nach Cuvier und Valenciennes. *a.* Anhänge der Schwimmblase. *b.* Mündung.

rend bei den Salamandern schon wabenartige Maschen auftreten, die in den Lungen der Batrachier noch vollständiger entfaltet sind. Daran reihen sich noch unter den Reptilien die Saurier und Ophidier, bei welch' letzteren die eine der Lungen verkümmert, die andere dagegen beträchtlich lang erscheint *). Das gleiche ist auch der Fall bei mehreren schlangenähnlichen Sauriern. Bei Crocodilen und Schildkröten ist jede Lunge innerlich in eine Anzahl grösserer Abschnitte getheilt, die wieder in kleinere mehrfacher Ordnung zerfallen, und dann entweder unter einander communiciren oder nur mit den Luftwegen in offener Verbindung, unter sich aber abgeschlossen sind. Von diesen beiden unter den Reptilien vorhandenen Formen kommt je eine in einer der beiden übrigen Wirbelthierclassen zur vollständigen Entwickelung, und bei den Vögeln entsteht durch reiche Anastomosenbildung der in die Lunge führenden Luftwege ein schwammähnliches Parenchym, indess bei den Säugethieren durch fortgesetzte Theilung der Luftcanäle eine Zusammensetzung der Lunge aus kleinsten Läppchen sich bildet, welche für die einzelnen Bezirke in grössere Abtheilungen vereint, das ganze Organ einer zusammengesetzten, reich verzweigten Drüse ähnlich erscheinen lassen **).

Die zu den Lungen führenden Luftwege bestehen immer aus einer meist dicht hinter dem Zungenbein in der Mundhöhle beginnenden Röhre, die von knorpeligen oder knöchernen Ringen gestützt wird und kürzer oder länger nach abwärts leitet, um sich in zwei Aeste (Bronchi) zu spalten, von denen jeder zur Lunge seiner Seite tritt. Durch Modificationen einzelner Ringe am Anfange der Luftröhre (Trachea) entsteht das Gerüste des Kehlkopfes (Larynx), des Organes zur Erzeugung der Stimme.

Bei den Amphibien ist noch keine Trennung in Kehlkopf und Luftröhre vorhanden, sondern der unpaare Anfangstheil der Luftwege stellt eine kurze häutige, besonders bei den Batrachiern in die Breite entwickelte Röhre dar, die durch verschiedenartig gestaltete Knorpelstücke

---

*) Diese ungleiche Ausbildung der beiden Lungen zeigt sehr mannichfaltige Grade. Ein vollständiger Mangel der einen Lunge kommt vielen Giftschlangen zu. Bei Boa und Python ist die eine dagegen nur um weniges, oder nur um die Hälfte kürzer, als die andere. — Eigenthümlich ist die von Hyrtl entdeckte Umwandlung des Lungenendes bei mehreren Schlangen, wo die Maschenbildung sich derart verringert, dass es nur eine sackartige Erweiterung darstellt, deren Gefässe nicht mehr zu den respiratorischen gehören, wodurch hier ein Theil der Lunge in dieser Hinsicht auf dieselbe Stufe zurücksinkt, auf der wir die Schwimmblasen der Fische trafen.

**) Hinsichtlich der Lage der Lungen kann noch angeführt werden, dass sie bei den Amphibien obgleich wie überall vom Bauchfelle überzogen, ziemlich lose in der Leibeshöhle liegen. Auch bei den Schlangen und den meisten Sauriern sind sie nur streckenweise angeheftet, während bei den Schildkröten nur die vordere Wand einen Ueberzug des Peritonäums besitzt. Aehnlich verhalten sich auch die Vögel, wo sie sogar tief in die Intercostalräume eingebettet erscheinen. Bei den Säugethieren werden die Lungen stets in der Brusthöhle von einem Pleuraüberzuge bekleidet, der sich häufig zwischen grössere Parthien einer Lunge hineinerstreckt und so die Entstehung von grösseren Lungenlappen hervorruft, welche wenigen Säugethieren abgehen. Zu den letzteren gehören die Einhufer, mehrere Dickhäuter und die Sirenen.

eine feste Stütze erhält und entweder direct in die beiden Lungensäcke sich fortsetzt (Frösche), oder in zwei häutige zu den Lungen führende Canäle übergeht.

Mit der grösseren Längenentwickelung der Luftwege bei den Reptilien tritt deren Differenzirung in Kehlkopf und Trachea auf*). Beide enthalten Knorpelringe, die entweder vollständig geschlossen oder hinten geöffnet sind. Am Kehlkopfe sind mehrere unter einander verschmolzen und stellen entweder eine grössere Knorpelplatte (*Cartilago laryngea*) vor oder sie sind in mehrere grössere und kleinere Stücke getheilt, die wie bei den höheren Wirbelthieren gedeutet worden sind. So kommen drei Stücke beim Crocodile vor, wovon das grössere unpaare dem verschmolzenen Schild- und Ringknorpel, zwei kleinere diesem aufsitzende, dem Giessbeckenknorpel entsprechen. Die aus der Theilung der Luftröhre entstehenden Bronchi gehen bei vielen Schlangen ohne bestimmte Gränze in die Lungen über, oder es ist schon die Trachea an der einen Seite mit zelligen Erweiterungen besetzt, die ein respiratorisches Gefässnetz tragen.

Die Ausbildung des am Anfangstheile der Luftwege gelegenen Kehlkopfes ist auch bei den Vögeln noch unbedeutend, obgleich die einzelnen ursprünglich knorpeligen, später ossificirenden Stücke desselben (Schildknorpel, Ringknorpel und Giessbeckenknorpel) sämmtlich schon vorhanden sind, und sogar noch eine *Cart. epiglottica* (bei Schwimmvögeln) angetroffen wird. Die Epiglottis selbst wird nur durch eine über den Kehlkopfeingang vorragende Papille vertreten. Dagegen erscheinen Trachea und ihre Verzweigungen zu den Lungen in einer hohen und mannichfaltigen Entwickelung, und es kommt der grössten Mehrzahl der Vögel am unteren Ende der Trachea durch Modificationen der Knorpelringe noch eine besondere als unterer Kehlkopf bezeichnete Einrichtung zu, welche zur Erzeugung der Stimme von wesentlichem Belang ist. — Die Knorpelringe des häutigen Trachealrohrs sind in der Regel geschlossen und in verschiedenem Grade ossificirt. An einzelnen Stellen finden sich nicht selten Erweiterungen, sowie auch mannichfaltige Krümmungen der langen Luftröhre, theils innerhalb der Crista des Sternums (Fig. 187. *tr*), theils hinter dem Sternum, theils am unteren Theile des Halses beobachtet sind, Einrichtungen, welche einzelne

Fig. 187.

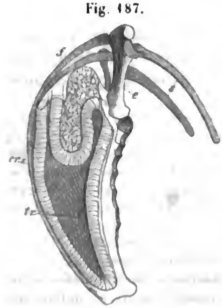


Fig. 187. Brustbein und Schultergürtel von *Cygnus musicus* von der Seite. *s. Scapula*. *e.* Hackenknochen. *f. Furcula*. *cr. s. Crista sterni*. *tr.* Luftröhre

*) Sehr lang ist die Trachea bei den Fluss- und Seeschildkröten, vielen Schlangen und mehreren Sauriern, z. B. in *Iguana*. Die Zahl der Ringe ist bei den Schlan-

Arten aus den Ordnungen der Schwimm-, Hühner-, und Stelzvögel betreffen *).

Eine der wichtigsten Eigenthümlichkeiten der Luftwege der Vögel besteht in der Bildung des unteren Kehlkopfes, an welchem sowohl das untere Ende der Trachea, als auch die Anfänge der beiden Bronchen betheiligt sind **). Die Formveränderungen dieser Abschnitte bestehen zum Theile in einer seitlichen Compression oder in der Verschmelzung einiger Ringe des untersten Trachealendes, welches durch eine von dem Theilungswinkel der Bronchi aus vorspringende knöcherne Leiste (den sogenannten Steg) halbirt wird. Dieses modificirte Ende der Luftröhre bildet die Trommel ***). Vorne und hinten senkt sich der Steg jederseits in einen bogenförmig nach abwärts gerichteten Fortsatz, welcher eine Falte der Schleimhautauskleidung zwischen sich ausgespannt erhält: die *membrana tympaniformis interna.*

Zwischen dem letzten Trachealringe und dem ersten Bronchalringe, oder auch zwischen einem Paare der letzteren, die dann gebogen auseinander weichen, findet sich gleichfalls eine Membran ausgespannt, die bei Annäherung der Bogen jener Ringe nach innen vorspringt und als *m. tymp. externa* bezeichnet wird. Zu diesen als Stimmbänder fungirenden Membranen kommt bei den Singvögeln noch eine vom Stege sich erhebende halbmondförmige Falte, welche je nach dem Ausbildungsgrade der Stimme verschieden entwickelt ist, so dass sie für die Gesangbildung von Bedeutung erscheint. Sie ist eine continuirliche Fortsetzung der *Membrana tympaniformis interna.* Durch die an jedem der beiden Bronchi vorhandenen Stimmmembranen kommt eine doppelte Stimmritze zu Stande, deren Ränder, Stimmbänder darstellend, durch eine besondere Musculatur in einen verschiedenen Spannungsgrad versetzt wer-

---

gen am beträchtlichsten; für *Coluber Natrix* führt Meckel deren gegen 100, für *Crotalus durissus* ungefähr 300, für *Python tigris* über 350 an.

*) Die Erweiterung der Luftröhre ist bei vielen Enten und zwar nur bei den Männchen vorhanden. Bei *Mergus merganser, Anas crecca, rufina, histrionica* etc. sind zwei erweiterte Stellen vorhanden. — Bei Kranichen und mehreren Schwänen liegt die Trachealwindung in der ausgehöhlten Sternalcrista; unter der Haut lagert sie beim Auerhahne und mehreren Penelopiden.

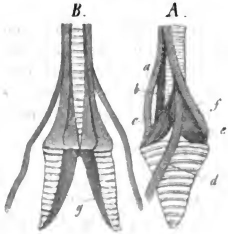
Merkwürdig ist auch die Längstheilung der Trachea in zwei Canäle bei Sturmvögeln an der unteren Hälfte, bei den Pinguinen fast im ganzen Verlaufe. — Die Länge der Trachea richtet sich nach der Länge des Halses, und damit steigt auch die Zahl der Ringe, deren für den grauen Reiher 200, für den Kranich und Flamingo sogar 350 angegeben sind.

**) Sehr selten kommt dies nur durch die Trachea oder nur durch die Bronchi zu Stande. — Man unterscheidet demnach einen *Larynx trachealis, L. bronchialis* und *L. broncho-trachealis.*

***) Blasenartige Erweiterungen der Trommel, wie Resonanzapparate wirkend, einseitig oder doppelseitig, in Form knöcherner, zuweilen mit Fenstern versehener Kapseln kommen in sehr wechselnder Ausbildung verschiedenen Schwimmvögeln (*Mergus, Anas*) zu.

den. Nach dieser Richtung können erstlich die allgemein den Vögeln zukommenden *mm. sterno-tracheales* und *ypsilo-tracheales* (von der Furcula entspringend) als Niederzieher der Luftröhre, somit Erschlaffer der Kehlkopfmembranen thätig sein, zweitens bestehen noch besondere nur beschränkt vorkommende Muskeln, von denen die *mm. broncho-tracheales* und die dem unteren Kehlkopfe ausschliesslich angehörigen 5—6 Singmuskelpaare der Singvögel anzuführen sind *). Dieser bei ausgezeichneten Sängern relativ sehr mächtig entfaltete Apparat besteht vorne aus zwei, hinten aus drei theils als Heber, theils als Senker einzelner Abschnitte des unteren Kehlkopfes wirkenden Muskelpaaren **).

Fig. 188.



Die stützenden Ringe begleiten jeden Bronchus bis zum Eintritt in die Lunge, worauf sie unter Erweiterung des Bronchus allmählich verloren gehen.

Sowohl in der Verlängerung der Eintrittsrichtung des Bronchus, als auch von seinen seitlichen Wänden geht ein System von parallel mit einander verlaufenden Aesten ab, die sich gegen die Oberfläche der Lunge begeben, nachdem unterwegs von ihnen zahlreiche feine ins Lungenparenchym verlaufende Zweige rechtwinklig abgetreten sind, die untereinander direct oder durch abermalige Verzweigung communiciren. Jene Aeste des Bronchus sind es, welche einem wiederum nur den Vögeln zukommenden pneumatischen Apparat vorstehen. Es wird dieser im Allgemeinen aus häutigen zwischen die Eingeweide gelagerten oder in die Scelettheile eindringenden Säcken gebildet, die mit den an die Oberfläche der Lunge tretenden Bronchialröhren communicirend, von dort aus mit Luft gefüllt werden und so zu einer das Flugvermögen unterstützenden specifischen Erleichterung des Körpers wesentlich beitragen. Einrichtungen dieser Art, auf der Respiration fremden Verlängerungen der Lungen beruhend, sind schon bei den Reptilien (Chamäleon, Schlangen) angedeutet,

Fig. 188. Unterer Kehlkopf. Singmuskelapparat des Raben. *A* von der Seite. *B.* von vorne gesehen. *a*—*f.* Muskeln zur Bewegung des unteren Kehlkopfes. *g. membrana tympaniformis.*

*) Die *mm. broncho-tracheales* finden sich bei den Raubvögeln, bei den Tauben, einigen Klettervögeln (*Picus, Alcedo, Upupa*) und Schwimmvögeln (*Anas, Mergus*). Der eigenthümlich construirte des Steges entbehrende Kehlkopf der Papageien besitzt drei Muskelpaare, wovon zwei auf die *m. broncho-tracheales* reducirt sind.

**) Für die Anatomie des unteren Kehlkopfes der Vögel und des Singmuskelapparates sind von Bedeutung: Savart, in Fror. Notizen 1827. Joh. Müller, Handb. d. Physiologie. Bd. 2. pag. 225. Abhandl. d. Berliner Academie 1847.

ja man kann gerade diese Bildungen als die Vorläufer des bei den Vögeln zu hoher Ausbildung kommenden pneumatischen Apparates ansehen, und findet so wenn auch unter veränderten Umständen wieder dieselben Mittel zu demselben Zwecke verwendet, wie bei den Tracheenblasen der Insecten. —

Die Luftbehälter finden sich in nahezu beständiger Zahl (9) theils am Halse, theils in der Brustgegend und im Abdomen vertheilt, und senden Verlängerungen in die nach dem Schwinden des Markes auftretenden Hohlräume der Knochen. So ist also wie bei einer andern Abtheilung fliegender Thiere, den Insecten nämlich, der ganze Körper von einem luftführenden Hohlraumsystem durchzogen *).

Bei den Säugethieren tritt das System der Luftwege wieder auf die einfacheren Verhältnisse zurück, auf welchen es die unter den Vögeln stehenden Classen aufweisen. Eine Weiterbildung gibt sich nur in der selbständigeren Entfaltung der einzelnen Abschnitte zu erkennen, und es spielt unter diesen namentlich der von der Luftröhre scharf gesonderte Kehlkopf als Stimmorgan eine wichtigere Rolle, als dies bei den übrigen Classen der Fall war. Die einzelnen Knorpel des Kehlkopfes sind wie beim Menschen vorhanden, nur Höhe, Breite und Art der Verbindung zeigen nach den Ordnungen wechselvolles Verhalten. Bemerkenswerth ist die Bildung von oberen und unteren Fortsätzen (Hörnern) am Schildknorpel, mit denen er nach oben dem Zungenbeine, nach unten dem Ringknorpel sich anfügt **). Der Ringknorpel geht mehr in die Bildung

---

*) Die neun Luftbehälter vertheilen sich so, dass zwei nur von der Haut bedeckt seitlich am Halse liegen (*Cellae aëreae cervicales*). Dazwischen und von der Furcula umfasst, lagert sich ein unpaarer, in den von beiden Lungen her ein Bronchusast einmündet. Dann folgen die zwei grossen *Cellae abdominales*, die mit dem oberen Endaste des Hauptbronchus in Verbindung stehen, und sich bis ins Becken hinab erstrecken. Endlich sind noch jederseits zwei *Cellae diaphragmaticae* vorhanden, welche vom zweiten und dritten Hauptaste der Bronchen versorgt werden und die seitlichen und hinteren Räume der Thoraxhöhle füllen. Die vorderen sind die grösseren, die hinteren unansehnlich. Die Verlängerungen für die Knochenräume gehen nur von den drei erst erwähnten Luftbehältern aus.

Die Abdominalzellen versorgen Wirbelsäule, Beckenknochen und Femur. Die Cervicalzellen senden Fortsätze zu den Halswirbeln, und auch solche nach abwärts zu den Rückenwirbeln, mit denen die Abdominalbehälter in Verbindung stehen. Oben erstrecken sie sich bis zum Schädel. Von der *cella clavicularis* endlich werden Schultergürtel, Armknochen und Sternum versorgt.

Die Ausbildung dieses pneumatischen Apparates erleidet nach dem Entwickelungsgrade des Flugvermögens mehrfache Schwankungen; so entbehrt bei dem Strausse der Humerus einer Lufthöhle, und bei den Pinguins sind sogar sämmtliche Knochen ohne Verbindung mit dem Athemapparate, während ausgezeichnete Flieger, z. B. die Fregattvögel eine Verbreitung von Lufträumen im ganzen Scelete nachweisen lassen.

**) Am beständigsten sind die unteren Hörner. Die oberen fehlen den Cetaceen, oder sind nur ausserordentlich kurz. Bei *Halicore* fand Owen den Schildknorpel aus zwei Lamellen bestehend.

der Trachealringe ein, indem er bei den Cetaceen wie jene vorne geöffnet erscheint, und bei manchen sogar mit seiner hinteren Platte den Trachealringen continuirlich verbunden ist. Ausser den beständig vorhandenen Giessbeckenknorpeln kommen noch häufig die Wrisberg'schen Knorpel vor, denen noch einige am menschlichen Kehlkopf nur zum Theile vorhandene Knorpelstückchen beigefügt werden können, die theils auf der Spitze der *Cart. arytaenoideae* (als *Cart. Santorinianae*), theils zwischen Giessbeckenknorpel und Ringknorpel (als *Cart. interarticulares*) vorkommen. Die Epiglottis erreicht überall eine ihrer Bedeutung angemessene Ausbildung und wird mit Ausnahme der Cetaceen durch ein discretes Knorpelstück gestützt.

Die unter den Amphibien schon bei den Batrachiern, unter den Reptilien bei Eidechsen (Chamäleon, Platydactylus) und Crocodilen zum Vorschein gekommene Bildung von Stimmbändern ist bei den Säugethieren eine vollkommene geworden, indem zu dem bisher nur einfachen Paare noch ein zweites, den oberen Stimmbändern des Menschen homologes Paar hinzutritt*).

Am Kehlkopfe mancher Säugethiere sind noch besondere Resonanzapparate angebracht; häutige Säcke, die mitunter zwischen Ring- und Schildknorpel oder zwischen Schildknorpel und Zungenbein mit dem Kehlkopfe communiciren, und die bei den Brüllaffen wenigstens auf Erweiterungen der Morgagnischen Taschen zu reduciren sind**).

Die an den Kehlkopf sich anschliessende Luftröhre ist überall von Knorpelringen gestützt, die nur in den seltenen Fällen die in den früher betrachteten Classen vorhandene vollständige Ringbildung aufweisen, vielmehr in der Regel hinten offen sind, so dass hier die Trachea nur von Weichtheilen abgeschlossen wird. Die beiden aus der Theilung hervorgehenden Bronchi besitzen denselben Bau wie die Trachea selbst, verlieren aber nach ihrem Eintritte in die Lungen unter allmählicher Verzweigung die Ringform der stützenden Knorpel, bis endlich diese in den feinsten Verzweigungen gänzlich geschwunden sind***).

---

*) Die *Ligamenta vocalia* fehlen nur den Walfischen gänzlich, und auch die oberen sind nicht immer vorhanden. Nur *Lig. vocalia inferiora* besitzen die meisten Wiederkäuer und andere. Da, wo noch obere Stimmbänder existiren, sind sie immer weniger ausgebildet, als die unteren.

**) Bei *Mycetes* sind drei solcher Säcke vorhanden, wovon der mittlere in den zu einer knöchernen Kapsel umgebildeten Zungenbeinkörper sich einbettet. Aber auch viele andere Affen sind mit solchen Ausbuchtungen der Kehlkopfhöhle versehen. Diesen ähnlich ist der Kehlkopfsack einiger Antilopen und des Rennthiers. —

***) Für die Länge der Luftröhre und die Zahl der Knorpel ist die Länge des Halses maassgebend wie bei den Vögeln. Die geschlossene Ringbildung der letzteren zeigen u. a. einige Beutler und Nagethiere, z. B. der Biber. Die grössten Eigenthümlich-

An die Athemwerkzeuge ist noch ein Organ anzufügen, welches in seinem functionellen Werthe zwar keine Beziehungen zu jenem Systeme hat erkennen lassen, jedoch seiner Lage wegen und in Ermangelung einer besseren Stellung wohl hierhergezogen werden darf. Es ist die Schilddrüse (*Glandula thyreoidea*), ein in allen Wirbelthierclassen erkanntes und auch gleichmässig gebautes (d. h. stets aus geschlossenen Follikeln bestehendes) Organ, welches unter den Fischen bei den Teleostiern aus traubigen in der Umgebung der vom Arterienbulbus ausgehenden Kiemenarterien lagernden Läppchen besteht, und auch bei Stören und Selachiern noch diese Lage aufweist, obschon es hier eine unpaare mehr rundliche Masse darstellt. Sehr weit nach vorne gerückt und hufeisenförmig gestaltet ist sie bei *Mustelus laevis*. Unpaar ist sie bei den Amphibien nur im Proteus gefunden, während die übrigen, sowohl geschwänzte wie ungeschwänzte, sie als paarige Anhänge der zu der Zunge führenden Gefässe wahrnehmen lassen. Am meisten ist das Zerfallen dieses Organes beim Frosche bemerkbar, da hier jederseits mehrere (3) lose bei einander liegende Follikel die Schildrüse repräsentiren. Auch bei den Vögeln ist sie noch ein jederseits in der Nähe der grossen Halsgefässe lagerndes Organ, aber bei den Reptilien schon ist sie wieder einfach und lagert am Austritte der grossen Gefässe aus dem Herzbeutel. Ihre Beziehungen zum Kehlkopfe geht sie erst mit den Säugethieren ein, zeigt aber hier bei Monotremen, Beutelthieren und manchen anderen, sogar beim Orang, ihre über die anderen Classen viel weiter ausgedehnte Duplicität, die auch da, wo das Organ ein unpaares geworden ist, noch durch die mächtigere Entwickelung der Seitentheile ausgedrückt sich findet. —

§. 55.

Harn- und Geschlechtsorgane.

Die Vereinigung der Organe der Excretion und der Fortpflanzung zu einem nicht allein in der ersten Anlage einheitlichen, sondern auch im ausgebildeten Zustande durch das Gemeinsame der Ausführwege verbun-

---

keiten besitzt die Trachea der Cetaceen. Bei den meisten derselben sind die Ringe spiralig unter einander zusammenhängend, welche Bildung sich auch auf die Bronchi und deren Verzweigungen fortsetzt. Die obersten Trachealringe sind dabei gewöhnlich vorne offen, und bei *Balaena* dehnt sich dies Verhältniss über sämmtliche Ringe aus. Hin und wieder zeigen auch andere Säugethiere einzelne Ringe in diesem Zustande.

Für die Stimmorgane der Säugethiere siehe L. Wolff, *De organo vocis mammalium diss. Berol.* 1812. Brandt, *Observationes anatomicae de mammalium quorundam praesertim quadrumanorum vocis instrumento. Berol.* 1826. Für den Kehlkopf der Wirbelthiere im Allgemeinen: Henle, Vergleichend. anatom. Beschr. d. Kehlkopfes mit besonderer Berücksicht. d. Reptilien. Leipzig 1839.

denen Organsysteme bildet eine der wesentlichsten Eigenthümlichkeiten im Organisationsplane der Wirbelthiere, welcher unter den Wirbellosen kaum etwas ähnliches zur Seite gestellt werden kann.

Die betreffenden Organe sind sämmtlich symmetrisch angelegt, männliche und weibliche Geschlechtswerkzeuge auf verschiedene Individuen vertheilt, und nur ausnahmsweise kommt eine wahre Zwitterbildung in den untersten Classen zum Vorschein.

Die richtige Würdigung einzelner scheinbar sehr abweichender Organisationsverhältnisse in den einzelnen Classen, sowie das Verständniss des ganzen Plans erfordert ein Zurückgehen auf die früheste Bildungsgeschichte der Harn- und Geschlechtswerkzeuge, und wir können jene auch in einer der höheren Classen zum Ausgange wählen, um den ganzen Formenreichthum der beiden Apparate in den Classen der Wirbelthiere daraus zu entwickeln und zu erläutern.

Die Uranlage der Harn- und Geschlechtsorgane der Wirbelthiere besteht in einem sehr frühe vor der Wirbelsäule auftretenden Drüsenpaare, dessen innen blindgeendigte Canälchen in einem je am äusseren Rande verlaufenden Ausführgang zusammentreffen. Die Drüse, als Wolff'scher Körper bezeichnet, fungirt als das erste Excretionsorgan; und hat daher den Namen »Primordialniere« oder »Vorniere« erhalten*). Die bleibenden Nieren entstehen unabhängig von den Vornieren, über denselben und gleichfalls beiderseits von der Wirbelsäule, und senken ihre Ausführgänge in die am hintersten Abschnitt des Rumpfes am Darmende hervorsprossende Allantois, die namentlich bei Säugethieren zu einer mächtig ausgedehnten, die Nabelgefässe zur Placenta tragenden Blase wird, und mit ihrem stielartigen Anfangstheile (Urachus) später zur Harnblase sich gestaltet.

An der Innenseite jeder Vorniere entsteht ein rundliches oder ovales Körperchen, die erste Anlage der Keimdrüse, und über die Vorniere zieht sich quer ein oben blind geschlossener Canal (der Müller'sche Gang) hinweg. Die mit der Ausbildung der bleibenden Nieren ihre ursprüngliche Bedeutung verlierende Vorniere geht nun wesentliche Veränderungen ein, die alsbald nach den jetzt noch indifferenten Geschlechtern sich unterscheiden. Beim männlichen Geschlechte schwindet ein Theil ihres oberen Abschnittes, und der mittlere Theil verbindet sich mit der am Innenrande jeder Vorniere aufgetretenen Anlage der Keimdrüse, die sich zum Hoden umbildet, und wird so zum Nebenhoden, indess der Aus-

---

*) Dies von C. F. Wolff entdeckte, von Oken, Jacobson, Rathke und J. Müller in seinen verschiedenen Beziehungen näher erforschte Organ ist jetzt unter allen Wirbelthierclassen bekannt, nachdem es von Reichert noch bei den Fischen aufgefunden wurde.

Ueber die Entwickelung dieser Organe ist Hauptwerk: J. Müller, Bildungsgeschichte der Genitalien aus anatomischen Untersuchungen an Embryonen des Menschen und der Thiere. Düsseldorf 1830.

führgang zum *Vas deferens* wird. Die untersten Canälchen der Vorniere, welche nicht mit dem Hoden in Verbindung treten, schwinden zum Theile oder gestalten sich zu einem *Vas aberrans*, während der Müller'sche Gang im Allgemeinen keine weitere Entwickelung nimmt, sondern allmählich mit Zurücklassung seines obersten zur Morgagni'schen Hydatile werdenden Ende verschwindet, oder höchstens noch mit seinen unteren in den *Sinus urogenitalis* einmündenden, unter einander verschmolzenen Enden persistirend.

Wenn die indifferente Anlage der Geschlechtsorgane sich in die weiblichen Organe umwandelt, bildet sich die Keimdrüse zum Ovarium aus, und die Vorniere verkümmert sowohl in ihrem Körper als Ausführgange oder es bleiben nur unbedeutende Reste des ersteren in Form von Canälen persistiren, die vom Ovarium ausgehen und bei den Säugethieren die breiten Mutterbänder als Gartner'sche Canäle durchziehen, das Analogon des Nebenhodens im männlichen Geschlechte*). Dagegen erlangt hier der Müller'sche Gang eine grössere Ausbildung und wandelt sich am oberen Abschnitte in die Eileiter um, indess seine unteren mit einander sich verbindenden Enden zum Uterus werden. Harn- und Geschlechtsorgane münden dann mit ihren zu einer besonderen Cavität — dem *Sinus urogenitalis* — vereinigten Enden gemeinschaftlich in den letzten Abschnitt des Enddarms, der so zur »Cloake« wird. In einer weiteren Differenzirung rückt die Gränzwand zwischen *Sinus urogenitalis* und dem Endstücke des Darms weiter nach aussen vor, so dass die Cloake dadurch sich immer mehr verkürzt und Rectum wie Urogenitalcanal selbständig und getrennt auf der Körperoberfläche sich öffnen.

Diese aus der allmählichen Differenzirung in der individuellen Bildungsgeschichte einander folgenden Zustände erscheinen uns in der Reihe der Wirbelthiere als der Ausdruck eben so vieler einzelne Abtheilungen charakterisirender definitiver Einrichtungen, so dass auch hier im vollendeten Zustande sich ferner stehende Organisationen durch die Entwickelung eng mit einander verknüpft sind.

Wenn nun aber auch nach dem eben skizzirten Entwickelungsgange der gesammte Urogenitalapparat im Allgemeinen als ein Ganzes gefasst werden muss, und namentlich die Ausführwege der Harnorgane in inniger Verbindung mit den Geschlechtswerkzeugen sich finden, so erheischt doch eine Reihe von Eigenthümlichkeiten in den Beziehungen beider eine getrennte Betrachtung, ohne dass dadurch der morphologische Nexus beeinträchtigt wird.

a) Excretionsorgane.

Die unter dem Namen der »Nieren« bekannten harnabsondernden Drüsen finden sich bei allen Wirbelthieren — vielleicht den einzigen

*) Vergl. Kobelt, Der Nebeneierstock des Weibes. Heidelberg, 1857.

Amphioxus*) ausgenommen — als paarige unter dem Rückgrate gelagerte, vom Bauchfelle überkleidete Organe, die jederseits einen Ausführgang, den Harnleiter, absenden, und diesen entweder direct nach aussen oder in die Cloake, oder zuvor noch in einen besonderen Behälter, die Harnblase, sich einsenken lassen.

Die einfachsten Verhältnisse bieten unter den Fischen die Nieren der Myxinoiden dar, da hier jederseits ein langer einfacher Harnleiter von Stelle zu Stelle ein Canälchen absendet, welches an seinem sackartig erweiterten Ende nach nochmaliger Verengerung sich zur Aufnahme eines Gefässknäuel wieder ausdehnt und so jedesmal eines jener Malpighi'schen Körperchen darstellt, die für den feineren Bau der Wirbelthierniere überhaupt charakteristisch sind. Es erscheint hier die Niere gewissermaassen in ihre Elemente zerlegt, und die Theile (Malpighi'sche Glomeruli und Harncanälchen), welche später in grösseren Mengen dicht an einander gedrängt diese Drüse zusammensetzen, erscheinen hier gleichsam auseinandergezogen und nur durch den gemeinsamen Ausführgang vereint. Die beiden Ureteren münden einfach in den *Porus genitalis*.

Bei Petromyzon wie bei den übrigen Fischen bilden die Nieren compactere Drüsenorgane, die auf verschieden grossen Strecken unterhalb der Wirbelsäule von dem häufig durch aponeurotische Membranen verstärkten Bauchfelle überkleidet sich hinziehen. Diese Ausdehnung geschieht bald längs der ganzen Leibeshöhle, bald beschränkt sie sich auf den mittleren und hinteren Abschnitt; in einigen Fällen ragen die Nieren selbst in den Canal der Hämapophysen ein (Gadiden). Bei vielen Knochenfischen stellen die Nieren im Allgemeinen lange und schmale Organe vor; bei manchen neigen sie sich zur Lappenbildung, indem bald der vordere, bald der hintere Abschnitt des Organs massiger entwickelt ist, bei den Selachiern und bei Lepidosiren ist eine solche Sonderung durch Windungen der Oberfläche angedeutet.

Sehr verschiedenartig sind die Verhältnisse der Ausführwege, und es ist ausserordentlich schwierig die bestehenden Einrichtungen auf das zu Grunde gelegte Entwickelungsschema des Urogenitalapparates der Wirbelthiere zu reduciren, da bei vielen Teleostiern gar keine Beziehungen zu den Geschlechtsorganen wahrzunehmen sind, obgleich die Existenz einer Primordialniere in den früheren Entwickelungsstadien dargethan ist. Es hat so den Anschein, als ob Harn- und Geschlechtswerkzeuge wenigstens bei einem Theile der Fische (Teleostier) von einander unabhängig hervorgehen**).

---

*) Im hintersten Theile der Bauchhöhle in der Nähe des *Porus abdominalis* liegen mehrere von einander getrennte drüsige Körperchen, die nach J. Müller vielleicht als Nieren sich herausstellen.

**) Aus dem Baue der Geschlechtsorgane der Chimären und Selachier dürfte hervorgehen, dass die Nieren dieser Fische den späteren Nieren der Wirbelthiere

Die Harnleiter der Fische liegen entweder eine Strecke weit in den Nieren verborgen (die meisten Teleostier), oder sie verlaufen am äusseren Rande derselben, z. B. bei Petromyzon. Beim Störe treten sie anfänglich am Aussenrande liegend auf der Vorderfläche der Nieren weg, auf diesem Verlaufe von Stelle zu Stelle noch Harncanälchen aufnehmend, und bei den Selachiern treten von den einzelnen Abschnitten der Niere stärkere Harncanäle zu dem am Innenrande verlaufenden Ureter.

Die beiden Harnleiter vereinigen sich in der Regel nach kürzerem oder längerem Verlaufe zu einem gemeinsamen Ausführgange (Urethra), der dann entweder hinter der Geschlechtsöffnung (die meisten Knochenfische) oder mit der letzteren ausmündet, immer jedoch hinter der Analöffnung liegt. Bei verschiedenen Teleostiern, wie auch bei Petromyzon liegt die Harnröhrenmündung an der Spitze einer Papille. Schon bei einigen Knochenfischen (z. B. Lophius) durchbohrt die Urethra die hintere Wand des Rectum, und bei den Selachiern und Chimären erscheint diese Umwandlung des letzten Abschnittes des Rectum zu einer Cloake als die Regel, welcher auch die Ganoiden in sofern folgen als After und Mündung der Urethra (eigentlich *Canalis urogenitalis*, da hier wie bei Selachiern auch die Geschlechtswerkzeuge einmünden) nahe bei einander in einer grubenförmigen Vertiefung gelagert sind; daran schliesst sich endlich auch Lepidosiren an, bei dem jeder Harnleiter seitlich in die Cloake mündet.

Die Ausführwege des Harns zeigen an verschiedenen Stellen oft beträchtliche Erweiterungen, die man als Harnblasen angesehen hat*). Solche können entweder an jedem Harnleiter für sich bestehen (Selachier) und lassen erst an ihrer Vereinigung den Harngang hervorgehen, oder es entsteht die blasenartige Erweiterung erst an der Vereinigungsstelle, oder sogar eine Strecke weit davon entfernt (mehrere Knochenfische, Chimären). Endlich kann als dritter Fall eine Combination der beiden vorhergehenden stattfinden, und es erscheint eine Harnblase mit zwei Hörnern, die oben in die Ureteren übergehen (Ganoiden)**). Sowohl in Grösse und Form, als auch in vielen speciellen Einrichtungen bieten sich vielerlei Verschiedenheiten dar***).

---

entsprechen, sowie die Nieren der Ganoiden aus demselben Grunde morphologisch den Primordialnieren sich gleichstellen. Vergl. darüber Näheres bei den Geschlechtsorganen.

*) Die Harnblase der Fische ist morphologisch nicht mit jener der Säugethiere identisch, da sie bei den letzteren aus einem im Körper des Embryos verbleibenden Abschnitte der Allantois hervorgeht und Fische wie Amphibien ohne Zustandekommen einer Allantois sich entwickeln.

**) *Spatularia, Lepisosteus.*

***) Es können von diesen namentlich jene Formen hervorgehoben werden, die durch Ausbuchtungen entstanden sind, wie bei einigen Gadusarten. In der Regel ist

Unter den Amphibien findet sich eine eigenthümliche Bildung des Harnapparates verbreitet, indem die Niere (Fig. 190. *r*) von einem grossen Theile der Primordialnieren dargestellt wird, von welch' letzteren nur ein vorderer Abschnitt verschwindet, oder doch zu einem nicht weiter in der früheren Richtung functionirenden Organe sich rückbildet. Was die Lage der immer paarigen Nieren angeht, so finden wir sie jenen der Fische gleich, zu beiden Seiten der Wirbelsäule verschieden lang in der Leibeshöhle sich ausdehnend, im Ganzen dem Umfange der letzteren einigermaassen adaptirt. Nach vorn zu sind sie allmählich abgeflacht, werden dünner und an ihrem äusseren Rande treten zahlreiche *Vasa efferentia* ab (Fig. 190. *u*), die nach hinten allmählich in einen grossen weiten Canal sich vereinigen, und bei den Weibchen mit den am äusseren Rande gelegenen Eileitern (Fig. 190. *A od*), bei den Männchen mit einem gleiche Lage und Länge besitzenden engeren Canale (Fig. 190. *B c*) vereinigt in die Cloake ausmünden.

Ihrer morphologischen Bedeutung gemäss (als perennirende Wolff'sche Körper) stehen die Amphibiennieren in enger Beziehung zum Geschlechtsapparate, indem bei den Männchen die *Vasa efferentia* des Hodens in je eine Niere sich einsenken und mit den Harncanälchen sich verbindend die Harnwege zu Ausfuhrgängen des Samens stempeln.

Eine Harnblase findet sich bei allen Amphibien, steht jedoch nur mit der Cloake in Verbindung, an deren vorderen Wand sie entspringt, und sich von hier aus oft beträchtlich (zweihörnig bei Salamandrinen) nach vorn erstreckt.

Die Nieren der Reptilien, wie jene der höheren Wirbelthiere entsprechen morphologisch nicht mehr den perennirenden Primordialnieren der Amphibien, indem sie selbständig von jenen ihren Ursprung nehmen. In Form und Lage zwar ergibt sich bei den Reptiliennieren noch viel Gemeinsames mit jenen der unteren Classen, indem sie meist längliche und abgeplattete Körper darstellen, die seitlich der Wirbelsäule gelagert, vom Bauchfelle überzogen sind. Bei Sauriern, Crocodilen und Schildkröten (Fig. 191. *r*) liegen sie weit nach hinten, der Cloake benachbart, bei den Schlangen weiter davon entfernt, und zugleich mehr in die Länge gestreckt; durch die Bildung von Windungen oder sogar von Lappen (letzteres bei den Schlangen) bewegt sich ihre Form in einer grösseren Mannichfaltigkeit. Die Harnleiter (Fig. 171. *u*) sind entweder am Innenrande der Nieren gelagert, von Stelle zu Stelle grössere Harncanäle aufnehmend (z. B. Schlangen, Schildkröten), oder sie verlaufen grösstentheils

die Harnblase der Teleostier oval und erscheint als eine Aussackung des Harnganges (Urethra).

Vergl. über die Harnwerkzeuge der Fische: Rathke in Müll. Archiv 1827, p. 475, dann Beiträge zur Geschichte der Thierwelt Bd. IV, Hyrtl in den Denkschr. d. Wiener Acad. Bd. I.

im Nierenparenchym (z. B. Saurier, Crocodile); in allen Fällen münden sie gesondert in die Cloake aus, und da, wo eine Harnblase besteht, wie bei Sauriern und Schildkröten, entspringt diese, ähnlich wie es von den Amphibien gezeigt ward, von der vorderen Wand der Cloake, oder sie ist dem einem *Sinus urogenitalis* entsprechenden Abschnitte angefügt (z. B. bei Schildkröten Fig. 191. *v*).

Die Nieren der Vögel (Fig. 192. *rr*) sind in die Vertiefungen zwischen den Querfortsätzen der Sacralwirbel eingebettet, und zerfallen auch ausserdem noch in mehrere grössere Abschnitte von verschiedener Anzahl *). Aus diesen entspringt der Harnleiter und verläuft an der Vorderfläche jeder Niere nach abwärts zu dem in die Cloake mündenden *Sinus urogenitalis*, wo er nach innen von den Ausführwegen der Geschlechtsorgane ausmündet. Eine Harnblase fehlt.

Auch die Harnwerkzeuge der Säugethiere bieten in ihrer Formerscheinung wenig Differenzen dar. Die Nieren treten immer in Uebereinstimmung mit denen des Menschen als compacte, aber in der Gestalt viel weniger als bei den Vögeln von den umgebenden Theilen abhängige Drüsen auf, die ursprünglich immer aus zahlreichen, am Nierenbecken unter einander verbundenen Läppchen bestehen und diese Gestaltung in manchen Ordnungen beibehalten, so dass sie z. B. bei den Delphinen (Fig. 194. *r*) und Phoken eine beerenähnliche Oberfläche besitzen. Durch eine meist völlige Verschmelzung der embryonalen Läppchen entstehen dann höckerige Nieren, wie sie bei manchen Raubthieren, auch beim Rinde u. a. zu treffen sind. Eigenthümlich bei allen ist die gegen die Nierenkelche gerichtete Papillenbildung der einzelnen verschmolzenen oder getrennten Läppchen, wobei im Ganzen nur unwesentliche Abweichungen von der menschlichen Einrichtung vorkommen. Das gleiche gilt auch vom Nierenbecken und den Harnleitern. Die letzteren münden in den Hals oder, wie es bei wenigen Nagern **) der Fall ist, über dem Halse der niemals fehlenden Harnblase aus.

§. 56.

b) Von den Organen der Fortpflanzung.

Bei den Geschlechtswerkzeugen der Wirbelthiere sind zunächst die oben schon mehrfach hervorgehobene Verbindung mit den Ausführwegen der harnbereitenden Drüsen, die symmetrische Anlage und die bei mehreren Classen deutlich hervortretenden, auf beiderlei Geschlechter

*) In der Regel sind 3 Lappen vorhanden. Häufig kommen Verbindungen zwischen beiden Nieren vor. Dies trifft namentlich die hinteren Lappen der Singvögel.

**) Dieses Verhältniss zeigen die Hasen; aber auch *Hyrax*.

berechneten Ausführwege als Eigenthümlichkeit zu berücksichtigen. Während die eigentlichen Zeugungsdrüsen bei einfacherem Baue ziemlich gleichartig durch die ganze Reihe der Wirbelthiere hindurchlaufen, sind es — ganz ähnlich, wie es bei Wirbellosen mehrfach gezeigt ward — vorzugsweise die Ausführwege, durch deren oft divergente Entwickelung und häufige Verbindung mit accessorischen Organen complicirte Einrichtungen hervorgehen.

Hermaphroditische Bildungen der Geschlechtswerkzeuge kommen nur bei einigen Fischen, dem Anscheine nach regelmässig mit vollkommener Entwickelung von beiderlei Zeugungsstoffen bei der Gattung Serranus, hin und wieder auch bei anderen Fischen, z. B. beim Karpfen vor*). Bei den höheren Classen bestehen Anklänge an Zwitterbildung nur bei den Männchen einiger Amphibien, deren Hoden eine eikeimentwickelnde Schichte oder sogar ein besonderes, wie ein Ovarium sich ausnehmendes Organ angelagert ist**). Alles, was sonst noch in gewissen Fällen bei den Säugethieren als Zwitterbildung bezeichnet wird, beruht auf einer eigenthümlichen Entwickelungsrichtung entweder der inneren Genitalorgane, von denen der eine Theil den Weg der männlichen, der andere jenen der weiblichen Bildung einschlagen kann, oder es sind blosse Hemmungsbildungen der äusseren Organe des männlichen Geschlechts, welche einige Aehnlichkeit mit denen der weiblichen hervorrufen.

Was speciell die Geschlechtsorgane der Fische angeht, so folgt ein grosser Theil keineswegs einem Plane, aus dem sich ein Zusammenhang mit jenen Einrichtungen erkennen liesse, die bei den höheren Wirbelthieren für die Morphologie des Harn- und Geschlechtsapparats maassgebend sind, ja es ist offenbar sogar eine viel einfachere Organisation vorhanden, die entweder von vornherein auftrat, oder die aus Rückbildungen früher angelegter Theile resultiren musste. Von solchen Metamorphosen der Zeugungsorgane ist jedoch bei den Fischen nichts bekannt, so dass wir vorläufig die einfacheren Zustände vielleicht sicherer auf gleich einfache Anlagen zurückführen, folglich die Geschlechtsorgane von jenen der übrigen Wirbelthiere genetisch verschieden erkennen. Bezüglich der Disposition lassen sich mehrfache stufenweise einander untergeordnete Formen unterscheiden, von denen die einfachste bei Amphioxus gegeben erscheint. Es bestehen hier nämlich nur die Zeugungsdrüsen, Hoden und Eierstöcke, die an die Seiten der Körperhöhle angeheftet, ihre Stoffe ein-

*) Von der Gattung Serranus sind mehrere das Mittelmeer bewohnende Arten entschieden hermaphroditisch, doch bedarf der Bau der Geschlechtswerkzeuge noch sehr der Aufklärung, da selbst die neuere Arbeit von Dufossé nichts weniger als genügt. (*Sur l'hermaphroditisme chez certains vertébrés. Annales des sc. nat. Sér. IV. T.* 5. 1856.) Ueber Zwitterbildung bei Karpfen: Ecker, Untersuchungen zur Ichthyologie. Freiburg 1857.

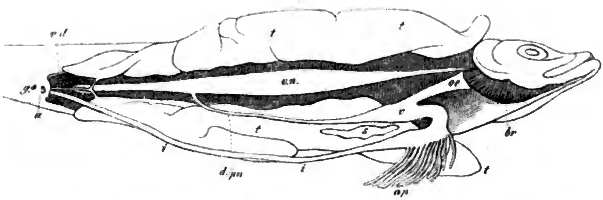
**) Vergl. Wittich in Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. IV. p. 125.

fach in letztere entleeren und sie mit dem der Athmung gedient habenden Wasser durch den Abdominalporus nach aussen treten lassen.

Auch bei den Cyclostomen bestehen Hoden wie Eierstöcke nur aus einfacheren Schläuchen — bei Myxinoiden sogar unpaar und assymmetrisch angeheftet —, die ihre Producte gleichfalls in die Bauchhöhle fallen lassen. Der aus dieser ausführende bei Petromyzon auf einer Papille angebrachte *Porus genitalis* gibt jedoch durch seine ausschliesslichen Beziehungen zur Geschlechtsfunction einen wesentlichen Unterschied von den Verhältnissen des Amphioxus.

Dieselbe durch den Mangel besonderer Ausführwege charakterisirte Bildung zeigen die weiblichen Geschlechtsorgane mancher Knochenfische (die Familie der Lachse) *), während bei den übrigen die bandartigen, meist langgestreckten Eierstöcke mit ihren Höhlungen sich direct in die Eileiter fortsetzen, und diese durch einen kurzen Canal vereinigt am Genitalporus ausmünden lassen. Bei den lebendig gebärenden Teleostei **) fungirt bald die Höhlung des Eierstocks, bald der Eileiter als Uterus, ohne jedoch dadurch wesentliche Modificationen bezüglich der Structur

Fig. 189.



zu erleiden. Die männlichen Geschlechtsorgane der Teleostei schliessen sich in der allgemeinen Form den zuletzt beschriebenen weiblichen an, indem die meist langgestreckten, unregelmässig gewundenen seltener in discrete Lappen zerfallenen Hoden (Fig. 189. *tt*) je ein *Vas deferens* abtreten lassen, welches früher oder später mit dem der anderen Seite ver-

Fig. 189. Geschlechtsorgane und Darmcanal von *Clupea Harengus*. *oe.* Speiseröhre. *v.* Magen. *i.* Darm. *a.* Afteröffnung. *ap.* Pförtneranhänge. *s.* Milz. *vn.* Schwimmblase. *d. pn.* Luftgang, in den Magenblindsack einmündend. *tt.* Hoden. *v. d.* *Vas deferens*. *g.* Genitalporus. (Nach Brandt u. Ratzeburg.)

*) Auch beim Aale besteht eine ähnliche Anordnung, da die bandartigen Eierstöcke ihre Producte durch einen Abdominalporus nach aussen entleeren, wie aus einer Beobachtung von Rathke hervorgeht (Müll. Archiv 1850. pag. 203). Die männlichen Organe des Aales sind noch unbekannt.

**) z. B. *Blennius viviparus*, *Sebastes viviparus* u. m. a.

bunden (*v d*), am Genitalporus ausmündet. Ein nicht zu übersehender Umstand ist es, dass die Ausführcanäle der Hoden mancher Fische (z. B. beim Hecht) sich vor dem Eintritte in das *Vas deferens* unter einander verbinden und einen mehr oder minder starken, am Innenrande des Hodens gelagerten Körper darstellen, der vielleicht mit einem Nebenhoden verglichen werden darf. Es müsste dann dieser Theil aus einem Abschnitte der Primordialniere hervorgehen und die Niere entspräche so der definitiven Form dieses Organes.

Eine von der vorigen sehr verschiedene Form der Geschlechtswerkzeuge charakterisirt die Ganoiden. Die meist langen in Mesenterialfalten eingebetteten Ovarien entbehren gleichwie die ähnlich gestalteten Hoden der besonderen Ausführgänge, so dass wie bei einigen Knochenfischen die bezüglichen Geschlechtsproducte in die Bauchhöhle gelangen müssen. Zur Ausleitung dient ein mit trichterförmiger Oeffnung versehener, meist kurzer Canal, der entweder dem meist blasenartig erweiterten Harnleiter anliegt und in diesen einmündet oder seltener (Polypterus) bei beträchtlicher Ausdehnung die Oeffnung der dann eng bleibenden Harnleiter in sich aufnimmt, so dass also die Ausleitungswege der Geschlechtsorgane jenen des uropoëtischen Systems zum grossen Theile untergeordnet sind *). Aus der ganzen Einrichtung geht hervor, dass in beiden Geschlechtern der Müller'sche Gang sich gleichartig entwickelt und auch beim männlichen Geschlechte in Function tritt, die Rolle übernehmend, die bei andern Wirbelthieren der (hier als solche persistirenden) Primordialniere zugetheilt ist, wenn sie sich zum Nebenhoden umbildet.

Das bei Ganioden Wesentliche, durch die beiderlei Geschlechtern zukommenden, Faloppi'schen Tuben vergleichbaren Trichter gegebene trifft sich für die Selachier, Chimären wie bei Lepidosiren, nur beim weiblichen Geschlechte ausgeführt. Die in der Regel paarigen und symmetrisch angeordneten Ovarien liegen vor der Wirbelsäule durch Peritonäalduplicaturen befestigt und entbehren des Zusammenhangs mit den immer paarigen Eileitern. Diese erstrecken sich sehr weit nach vorn und sind bei den Selachiern mit ihrem abdominalen Ostium unter einander verschmolzen, eine weite Trichtermündung darstellend. Das untere Ende jedes Eileiters ist in einen durch grössere Weite und auch häufig durch stärkere Wandungen ausgezeichneten Abschnitt differenzirt, den wir für die Selachier als Uterus ansprechen dürfen, jenem der Säugethiere vergleichbar, indem hier bei einigen lebendig gebärenden Haien vermittels einer vom Dottersack ausgehenden Placentabildung eine Verbindung zwischen Mutter und

*) Vergl. Hyrtl: Ueber den Zusammenhang der Geschlechts- und Harnwerkzeuge der Ganoiden. Denkschr. d. Wiener Academie. Math. Naturwiss. Classe. Bd. VIII. 1855.

Frucht erfolgt*). Die beiden Uteri münden vereinigt (nur bei Chimaera getrennt) in die Cloake aus. Mit den Eileitern verbinden sich regelmässig Drüsenorgane, bei Lepidosiren mehr zerstreut in der Mitte des Verlaufs vorkommend, bei den Selachiern und Chimären eine compacte Herz- oder Nierenförmige Masse darstellend, die in die Eileiterwände eingebettet ist**). — Die männlichen Organe werden in den erwähnten Ordnungen gleichfalls abweichend von den übrigen Fischen durch paarige, meist kleine Hoden dargestellt, deren Ausführgänge sich von neuem durchschlingen und so einen Nebenhoden formiren, aus dem das *Vas deferens* hervorgeht. Nach vielfachen Windungen und unter allmählicher Erweiterung senkt es sich (bei Chimären mit dem der anderen Seite verbunden) in die Cloake ein.

Mit dem *Vas deferens* steht bei Rochen und Haien noch eine längs des Samenganges verlaufende Drüse in Zusammenhang, die auch bei Chimären vorhanden ist und die Einrichtungen des inneren Geschlechtsapparates insofern den höheren Thierclassen nähert, als darin das morphologische Aequivalent eines *Vas aberrans* erkannt werden kann.

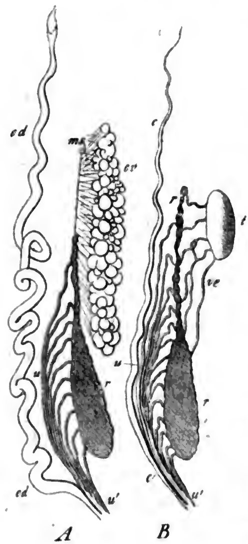
Aus der Betrachtung der anatomischen Verhältnisse der Geschlechtsorgane der Selachier gelangen wir zu jenen der Amphibien, bei denen wir auf mehrfache wichtige Modificationen stossen. Die weiblichen Organe sind durchaus nach demselben Plane wie bei Selachiern und Dipnoi angelegt. Der Eierstock correspondirt in seiner Form der Ausdehnung der Leibeshöhle, und bekommt durch die geringe Entwickelung seines Stroma mit der Reife der Eier eine traubige Beschaffenheit (Fig. 190. *A ov*). Er ist immer paarig vorhanden, durch Bauchfellfalten (Mesoarium) vor der Wirbelsäule befestigt. An der äusseren Seite der Eierstöcke verlaufen, sehr weit vorne mit trichterförmigen Abdominalostien beginnend, die meist stark gewundenen weiten Eileiter (*od*), die unter geringer Veränderung ihres Lumens nach hinten treten, und nach ihrer Vereinigung mit den Ureteren in die Cloake ausmünden. Es sind diese Oviducte aus dem Ausführgang des vordersten Abschnittes der Vorniere hervorgegangen, der hier verschwunden ist, während der hintere Theil bleibend als Niere fungirt. Durch ihre Vereinigung mit den Harnleitern am hinteren Ende geben die Oviducte jedoch ihre ursprüngliche morphologische Bedeutung kund, und zeigen zugleich, dass sich hier eine Einrichtung wie-

*) Während die grössere Mehrzahl der Selachier mit einer harten im Eileiter gebildeten Schale überzogene Eier legt, ist eine andere Gruppe lebendig gebärend und diese theilt sich wieder in *vivipara cotylophora* und *acotyledona*.. Zu den ersteren gehören *Carcharias* und *Mustelus laevis*. Joh. Müller über den glatten Hai des Aristoteles. Abh. d. Berl. Academie 1840.

**) Die Eileiterdrüse liefert das Material für die hornartig feste Eischale. Dem entspricht ihre geringe Entwickelung bei der Gattung Torpedo, deren Eier jene Hornschale entbehren.

derholt, die in ihren Grundzügen schon bei den Ganoiden gesehen wurde. Bezüglich der Cloake haben wir für die Salamandrinen einer eigenthümlichen Verwendung der dort befindlichen schlauchförmigen Drüsen zu erwähnen, die nach v. Siebold's Entdeckung zu gewissen Zeiten Samenfäden enthalten und so als *Receptacula seminis* zu fungiren im Stande sind.

Fig. 190.



Für die männlichen Organe ist vor Allem die Gemeinsamkeit der Ausführwege für Samen und Harn bemerkenswerth. Es ist dies darin begründet, dass ein persistirender Theil der primordialen Niere (Fig. 190. *B r*), die *Vasa efferentia* (*v e*) des ovalen, seltener in mehrere Lappen zerfallenen Hoden (*t*) aufnimmt, und diese in seine Ausführgänge (*u*) übergehen lassend, sich, wie Bidder nachwies, gleich einem Nebenhoden verhält. Die Betheiligung des uropoëtischen Apparates an dieser Einrichtung geschieht in sehr verschiedenem Grade, denn es können bald zahlreiche *Vasa efferentia* auf einer grösseren Strecke in die Nieren eintreten, wie bei der grösseren Mehrzahl der Amphibien, bald deren nur wenige, oder es ist sogar nur ein einziges *Vas efferens* vorhanden, wie beim Proteus, welches in einem von der übrigen Niere abgelösten Canalknäuel eintritt, und erst durch diesen dem weiter nach abwärts auch die übrigen Nierenparthien aufnehmenden gemeinschaftlichen Ausführgang verbunden ist. Dadurch ist hier ein selbständiger Nebenhoden zu Stande gekommen, und es nimmt der Ausführgang erst weit unten den Charakter eines gemeinschaftlichen an.

Die wichtigsten Veränderungen betreffen die Beziehungen jenes allen Amphibien gleichmässig zukommenden, am äusseren Nierenrande verlaufenden Ausführganges der Vorniere. Wie oben vom Proteus erwähnt nimmt er nämlich die von einander getrennten Samen- und Harnwege auf, oder es münden die *Vasa urospermatica* auf eine grössere Strecke

Fig. 190. Urogenitalapparat von *Triton*. *A*. Weibliches, *B*. Männliches Organ. Beide rechtsseitig. *ov*. Ovarium. *ms*. Mesoarium. *od*. Oviduct *ve*. *Vasa efferentia* des Hodens. *r*. Niere. *u*. Samenharnleiter beim männlichen, Harnleiter beim weiblichen Apparate. *u'* Vereinigung der Harnleiter mit dem Oviduct beim Weibchen, mit einem dem Oviducte analogen Canale (*c*) beim Männchen.

vertheilt nach und nach in ihn ein, und nur sein oberes, ursprünglich mit dem obersten nun verkümmerten Theile der primordialen Niere verbundes Ende ragt frei hervor (Necturus), oder es vereinigen sich die kürzeren oder längeren *Vasa urospermatica* nach und nach am Aussenrande jeder Niere zu einem gemeinsamen Ausführgange (Fig. 190. *B u'*), der erst weiter nach hinten mit dem immer noch bestehenden, allein hier ausser Function befindlichen Ausführgange (*c*) der Vorniere sich in Verbindung setzt. In dieser Weise besteht er bei Salamandrinen, und auch bei Rana, Bombinator und Bufo, an seinem obersten Ende häufig erweitert, oder sogar mit einem abdominalen Ostium versehen (Ceratophrys). Es ist klar, dass dieser Canal, auf welcher Stelle seines Verlaufes Harnleiter und Samenleiter, oder die gemeinsamen Harn-Samenleiter sich in ihm einsenken mögen, als Ausführgang der Vorniere mit dem Oviducte sich homolog zeigt und selbst in jenen extremen Fällen, wo er, wie z. B. bei *Bufo variabilis* und beim Frosche, auf der höchsten Stufe der Rückbildung sich befindet und erst ganz hinten in den Harnsamenleiter sich einsenkt, das Gemeinsame der Anlage des Organes in beiden Geschlechtern über jeden Zweifel erhebt*).

Die Ausmündung der beiden Harn-Samengänge findet immer in die Cloake statt, nachdem sie zuweilen vorher eine blasenförmige Anschwellung bildeten, wie bei Rana und Discoglossus**). In die Cloake öffnen sich noch zahlreiche schlauchförmige Drüsen, namentlich bei Tritonen in beiden Geschlechtern stark entwickelt, und bei den Männchen dieser Gattung münden neben den Harnsamengängen noch zwei gelappte in die Bauchwand des Beckens eingebettete grössere Drüsen ein.

Die in der Entwickelung begründete Vereinigung der Ausführgänge des Harn- und Geschlechtsapparates findet nunmehr durch eine weiter fortgeschrittene Differenzirung nur noch am letzten Abschnitte

---

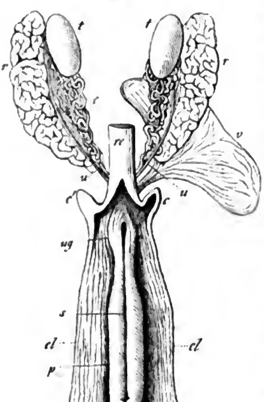
*) Wenn wir den erwähnten Canal mit dem Oviducte vergleichen, und beide wiederum dem Ausführgange der Primordialniere anderer Thiere gleichsetzen, so ergibt sich anscheinend ein Widerspruch mit dem am Eingange dieses Capitels aufgestellten Satze, dass das Oviduct aus dem von dem Ausführgange der Primordialniere verschiedenen Müller'schen Gange sich hervorbildet. Er lässt sich aber befriedigend lösen, sobald wir anerkennen, dass jener Müller'sche Gang in verschiedener Höhe sich mit dem Ausführgange der Primordialniere verbinden und so gewissermaassen nur einen über die Primordialniere hinaus verlängerten Abschnitt ihres Ausführganges darstellen kann, und als solcher erscheint er offenbar bei den Amphibien.

**) Die ersten ausführlichen Untersuchungen über die Harn- und Geschlechtswerkzeuge der Amphibien sind von Bidder gegeben (Vergleichende anatomische und histologische Untersuchungen über die männlichen Geschlechts- und Harnwerkzeuge der nakten Amphibien. Dorpat 1856), und ihnen wurde unter Berücksichtigung der Arbeit v. Wittichs (Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. IV. pag. 125) und unter dem umgestaltenden Einflusse, den Leydig's wichtige Mittheilungen (Anatom. histolog. Untersuch. über Fische und Reptilien) haben mussten, in vorstehender Darstellung gefolgt.

statt, und schon bei den **Reptilien** sind beiderlei Drüsenorgane völlig von einander geschieden, da hier ebenso wie bei Vögeln und Säugethieren die Primordialniere beim weiblichen Geschlechte völlig schwindet oder nur noch deren Ueberreste als Gartner'schen Canäle (bei der Eidechse und bei verschiedenen Säugethieren [Ruminantia] beobachtet) in den breiten Mutterbändern bestehen lässt, während ihr Ausführgang, wie schon bei Amphibien gezeigt ward, zum Eileiter wird. Er verbindet sich überdies noch mit einem besonderen, als selbständiger Strang auf der Primordialniere aufgetretenen Canale, dem Müller'schen Gange, der dem oberen Ende des Eileiters der weiblichen Amphibien, oder dem entweder grösstentheils ausser Function getretenen, oder als gemeinsamer Harn-Samenleiter fungirenden Canale längs der Nieren der männlichen Amphibien entsprach (vergl. Anmerk. auf pag. 591).

Die Eierstöcke der Reptilien sind paarig, mit Ausnahme der Schlangen symmetrisch gelagert, durch das Peritonäum an die Wirbelsäule befestigt und meist von traubiger Gestalt. Die Eileiter beginnen mit einem weiten abdominalen Ostium, und stellen dann weite gewundene Canäle vor, an denen einzelne Stellen durch Texturverschiedenheiten ausgezeichnet sind. Der verschiedene Werth der einzelnen Abschnitte resultirt aus den Beziehungen zur Eischalenbildung, oder auch zum kürzeren oder längeren Aufenthalte der Eier im Eileiter, wie letzteres bei den viviparen Reptilien (einigen Schlangen und Sauriern) besonders deutlich wird. Die Eileiter münden immer gesondert in die Cloake aus.

Fig. 191.



Für die männlichen Organe gilt das schon oben Erwähnte. Die länglichen, flachen oder gewölbten Hoden (Fig. 191. *t*) werden durch das Peritonäum an die Wirbelsäule befestigt, und liegen bald vor der Niere, bald nach innen an derselben, bei einigen (Schildkröten) häufig sogar zum Theile von den Nieren verdeckt. In **allen** Fällen treten die Ausführgänge des Hodens in ein *Vas deferens* zusammen, welches entweder dicht am Hoden selbst, meist (bei Schildkröten) mit knäuelförmigen Windungen sich anschmiegt, und noch mit besonderen

Fig. 191. Harn- und Geschlechtsorgane einer **Schildkröte** (*Emysaurus*). *r*. Nieren. *u*. Harnleiter. *v*. Blase. *t*. Hoden. *e*. Nebenhode. *ug*. Oeffnung des Urogenitalsinus in die Cloake. *cl*. Cloake, von hinten geöffnet. *p*. Ruthe. *s*. Ruthenfurche. *re*. Rectum. *cc'* Blindsacke der Cloake (*Bursae anales*).

Blindcanälen besetzt ist, oder entfernter vom Hoden die *Vasa efferentia testis* erst nach längerem Verlaufe empfängt (Saurier und Crocodile). Auch in diesem Falle fehlen die blindcanalartigen Anhänge nicht, die ohne Zweifel als Reste der Vornieren zu betrachten sind, jedenfalls aber hier den Nebenhoden repräsentiren. Neben dieser Umwandlung der Vorniere besteht merkwürdigerweise noch ein Anklang von einem niederen Typus in einer bei einigen Sauriern und den Crocodilen über den Hoden hinausreichenden Verlängerung des *Vas deferens*, worin das selbständige Fortbestehen eines Theiles des Ausführgangs der Vorniere erkannt werden muss.

Die Geschlechtswerkzeuge der Vögel bieten den engsten Anschluss an jene der Reptilien dar, sowohl in Form und Lagerung, als auch in Beziehungen auf ihre Bildungsgeschichte. Eigenthümlich ist dem weiblichen Geschlechte die Verkümmerung der rechtsseitigen Organe, indem der rechte Eierstock und Eileiter, ursprünglich zwar gleich dem linken angelegt, sehr bald sich rückbildet, so dass in der Regel nur unten Reste des Eileiters noch fortbestehen*)

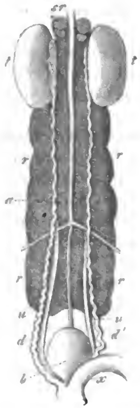
Hinsichtlich der Form und Grösse des Eierstockes bestehen je nach dem Zustande der Reife der Eier auffällige Differenzen. Durch die Grösse der Eier jedoch und durch die relativ geringere Menge der das Stroma darstellenden Bindesubstanz erhält er traubenförmige Umrisse, wie dies auch in den unteren Classen der Fall war**).

*) Die Existenz des in die Cloake einmündenden unteren Endes des rechtseitigen Oviductes ist von Barkow (l. s. cit), auch von Stannius (Vergl. Anat. der Wirbelth. 1. Aufl. pag. 333) von mehreren Vögeln nachgewiesen. Huhn, Gans, Ente, Storch etc. — Der rechte Eierstock persistirt vorzüglich bei Tagraubvögeln.

**) Es ist hier der Ort auf die bei der Eibildung der Wirbelthiere bestehenden, namentlich deren so ausserordentliche Grössendifferenzen bedingenden Verhältnisse einen Blick zu werfen. Wir sehen allgemein bei den Wirbelthieren im bindegewebigen Eierstocksstroma besondere blasenförmige Räume mit Zellen erfüllt, von denen immer eine sich ungleich den übrigen entwickelt. Diese eine gegen die anderen beträchtlich grössere Zelle stellt das eigentliche Ovulum vor. Ihr Kern ist das Keimbläschen, und darin enthaltene einfache oder mehrfache Körperchen sind die Keimflecke, die besonders im Eie von Amphibien der Wandung des Kernes anliegend zahlreich vorkommen. Die das Eichen umgebenden Zellen können entweder eine einfache, den Hohlraum auskleidende Epithellage vorstellen oder sie können reichlicher sich entwickelnd eine mächtige die Eizelle umhüllende Lage bilden. Die Bedeutung dieser Zellen ist nun nach den einzelnen Thierclassen eine in höchst interessanter Weise variirende. Bilden sie nur eine einfache Epithellage, wie bei Fischen und auch Amphibien es der Fall ist, so kommt ihnen nur eine vorübergehende Bedeutung zu, ihre Rolle ist beendet, sobald mit dem Bersten der Umhüllung die Eizelle aus dem Ovarium tritt. Aehnlich ist es auch bei Säugethieren. Die Epithelschichte des Eifollikels ist hier meist mehrfach und die Eizelle liegt mit dem Wachsen der letzteren in diese Epithelschichte eingebettet, während im Innenraume des Follikels allmählich Flüssigkeit sich ansammelt, deren Vermehrung den Follikel zum Bersten bringt. Die Epithelschichte ist die *Membrana granulosa* der Embryologen, und die mit dem Austritte des Ovulums ihm anhaftende Zellenmasse jener Schichte

Die männlichen Organe der Vögel sind immer symmetrisch ausgebildet, die beiden Hoden (Fig. 192. *tt*), von denen der linke nicht selten etwas grösser ist, liegen als längliche oder rundliche Körper vor der Wirbelsäule, und sind je nach der Jahreszeit von sehr differentem Volum, am umfänglichsten zur Zeit der Begattung.

Fig. 192.



Die Ausführgänge senken sich in einen nur schwach entwickelten Nebenhoden ein, und aus diesem führt ein langes, gewundenes, unten meist erweitertes *Vas deferens* (*d*) gerade nach abwärts zur Cloake, wo jeder in der Regel auf eine Papille zur Ausmündung kommt.

Am weitesten von der ursprünglichen Anlage entfernen sich die Geschlechtsorgane der Säugethiere, einmal durch beträchtliche Lageveränderungen, welche die einzelnen Theile durchmachen, dann auch durch das Auftreten neuer Organe, und endlich durch die vollständiger durchgeführte Differenzirung einzelner Abschnitte der ausführenden Wege. Immer jedoch lässt sich mit einem Blicke auf die Bildungsgeschichte das Gemeinsame des Planes mit den entsprechenden Organen der anderen Wirbelthiere nicht verkennen.

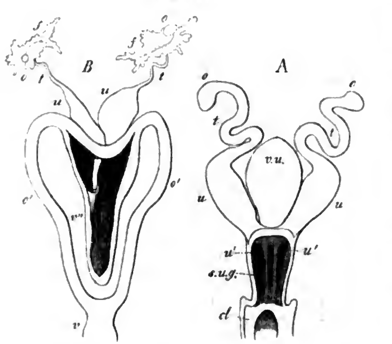
In den weiblichen Organen herrscht noch bei den Monotremen ein an die Vögel erinnerndes Verhalten in der Verkümmerung des linken Eierstocks. Die Eierstöcke der Monotremen sind auch noch traubig gestaltet, was nur bei wenigen anderen Säugern (Beutelthieren, einigen Nagern) in geringem Maasse noch stattfindet, während bei der Mehrzahl durch reichliche

Fig. 192. Harn- und Geschlechtswerkzeuge des Haushahns. *r.* Nieren. *sr.* Nebennieren. *u.* Harnleiter. *a.* Aorta. *t.* Hoden. *d d'* *Vasa deferentia.* *b.* *Bursa Fabricii.* *x.* Rectum. (Nach C. G. Carus.)

stellt den sogenannten *Discus proligerus* vor. Letzterer wie die gesammte *Membrana granulosa* hat keine Beziehung zur Weiterentwickelung des Eies, stellt vielmehr nur eine für die Eibildung und die Entleerung aus dem Follikel (*folliculus Graafianus*) wichtige Einrichtung vor. Ganz anders verhält sich aber dies wuchernde Epithel des Eifollikes bei Reptilien und Vögeln. Es wird hier nämlich eine ganz ansehnliche Menge dieser Zellen erzeugt, die bei erlangter Reife des Follikels sammt der eigentlichen Eizelle von einer dünnen Membran zu einem einzigen Körper, dem sogenannten Dotter des Vogeleies, verbunden und durch Bersten der dünnen Umhüllung des Ovarialstromas entleert und dann von den abdominalen Ostien der Eileiter aufgenommen werden. Das Eierstocksei eines Vogels oder Reptils entspricht daher dem Graff'schen Eifollikel eines Säugethiers oder Amphibiums, und das eigentliche Ei der letzteren hat sein Analogon in dem sogenannten Hahnentritte des Vogeleies, der *Discus proligerus*, oder die *Membrana granulosa* aber im gelben Dotter des Vogeleies. Der gesammte Inhalt eines Eifollikels wird somit bei Reptilien und Vögeln zum Aufbau des Embryo verwendet. Unter den Fischen folgen dieser Einrichtung die Selachier. — Vergl. H. Meckel in. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. III. pag. 420.

Stromabildung und geringes Vorragen der reifen Eifollikel eine compactere Ovarialform bedingt wird. So stellen die Ovarien der Säugethiere mehr rundliche, oder längliche, häufig etwas platte Organe vor, die auch nicht mehr dicht an die Wirbelsäule befestigt, sondern durch eine Peritonäalduplicatur den Eileitern angefügt sind*).

Fig. 193.



Die Ausführwege haben sich immer in mehrere Abschnitte getrennt und lassen einen oberen dünneren, entweder frei ausmündenden oder mit der Umhüllung des Eierstocks verbundenen Theil als eigentlichen Eileiter (*Tuba Faloppii*), und einen unteren, sowohl durch grössere Weite, als auch stärkere Wandungen und veränderte Schleimhautstructur markirten Abschnitt als Uterus unterscheiden. Aus dem Uterus oder an demselben setzt sich dann noch ein anderer Abschnitt der Ausführwege als Scheide (Vagina) fort, um früher oder später nach Aufnahme der Harnröhrenöffnung einen *Canalis urogenitalis* zu bilden. — Von diesen Abschnitten ist es vorzüglich der Uterus, an welchem eine Anzahl von wichtigen Differenzen sich ausspricht.

1) Die beiden Eileiter gehen unter allmählicher Erweiterung je in einen schlauchförmigen Uterus über, der mit gesondertem, papillenartig vorstehenden Ostium neben der Harnröhrenöffnung in den *Sinus uroge-*

Fig. 193. *A*. Weibliche Geschlechtswerkzeuge von *Ornithorhynchus*. *O*. Ovarium. *t*. Eileiter. *u*. Uterus. *u'* *Orificium uteri*. *vu*. Harnblase. *s ug*. *Sinus urogenitalis*. *cl*. Cloake.

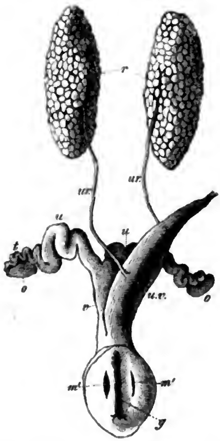
B. von *Halmaturus*. *o*. Ovarien. *f*. Fimbrien der trichterförmigen Abdominalöffnung der Eileiter. *t*. Eileiter. *u*. Uterus. *v''* Blindsack der Scheide. *o'* Scheidencanal. *v*. Anfang des Urogenitalsinus. (Nach Owen.)

*) Die Beziehungen der Ovarien zu den Eileitern sind sehr verschieden. Beim Känguruh liegen die Eierstöcke (Fig. 193. *o*) in den erweiterten Ostien der Eileiter, bei anderen sind sie von einer besonderen Peritonäalkapsel umgeben, die entweder (bei den Monotremen und manchen Carnivoren) mit einem Schlitze versehen ist, oder nach aussen vollständig geschlossen erscheint, und an einer Stelle in die ringförmig sie umziehenden Eileiter sich öffnet (Lutra, Mustela, Phoca u. a.). E. H. Weber in Mekel's Archiv 1826 pag. 105.

nitalis ausmündet (Monotremen Fig. 193. *A*), so dass jeder der Oviducte seine grösste Selbständigkeit besitzt.

2) Jeder Eileiter setzt sich in einen schlauchförmigen Uterus fort, der mit seinem Endstücke sich an den der anderen Seite anlegt, und so äusserlich eine Strecke weit zu Einem Organe verbunden erscheint, obgleich jeder mit einem eigenen Orificium in die Scheide mündet (*Uterus duplex*). Hiefür liefern die Beutelthiere und Nager (Lepus, Sciurus u. a.) Beispiele.

Fig. 194



3) Die beiden Hörner des Uterus sind mit ihrem unteren Ende gleichfalls vereinigt und besitzen nur eine einfache Mündung in die Scheide, allein zwischen beiden läuft noch eine Scheidewand bis nahe zur Ausmündung fort (*Uterus bipartitus* bei Nagern: Cavia u. a.).

4) Durch die Verschmelzung des Endtheiles beider Uteri (Fig. 194. *u u*) entsteht ein einfacher, allein in zwei, meist lange Hörner auslaufender Uterus (*Uterus bicornis*), wie bei den Cetaceen, den Hufthieren, Carnivoren, Insectivoren, Chiropteren und Prosimiae.

5) Mit dem Mangel der Hörner und durch reichliche Entwickelung der Musculatur der Wandung bildet sich der einfache Uterus aus, in dessen Grund jederseits die scharf abgesetzten Eileiter einmünden. Es ist diese Form bei den ächten Affen vertreten, und ist, obwohl an den menschlichen Uterus, namentlich an den von Kindern erinnernd, doch durch die geringe Dicke der Wandungen und die grössere Länge merklich unterschieden. Aber ungeachtet der einfachen Höhle kommt mit dieser Bildung bei einigen Edentaten (Myrmecophaga, Bradypus) ein doppelter Muttermund vor.

Es ist gezeigt worden, wie ursprünglich die Eileiter in den *Sinus urogenitalis* führen; dies besteht auch noch da, wo das untere Ende der Eileiter (wie hier bei den Säugern) sich zu einem Uterus umgeformt hat, der dann, wenn jederseits selbständig, mit einer papillenförmigen Vorragung, oder wenn mit dem anderseitigen — gleichviel in welchem Grade — verbunden, mit einer stärkeren Wulstung (*Portio vaginalis uteri*), in den *Sinus genitalis* als einen selbständig entwickelten Abschnitt des *Sinus uro-*

Fig. 194. Harn- und Geschlechtsapparat eines weiblichen jungen Delphin. *r*. Nieren *ur*. Harnleiter. *uv*. Harnblase. *o*. Ovarien. *t*. Eileiter. *u*. Uterus. *v*. Scheide. *g*. Vulva (Mündung des *Sinus urogenitalis*). *m'* Spalte, worin die Zitze liegt (rechterseits ist die Spalte geöffnet).

genitalis hineinragt. Dieser die Mündung des Uterus tragende Theil des gemeinsamen Sinus bildet sich bei den Säugethieren mit einziger Ausnahme der die Harnblasenmündung zwischen den beiden Uterusöffnungen tragenden Monotremen (Fig. 193. *A*), in einen besonderen, an Länge wechselnden Canal aus, der als Scheide (Vagina) in den eigentlichen, immer auf den seichten Scheidenvorhof (Vestibulum) reducirten *Sinus urogenitalis* führt.

Die Scheide bildet nicht immer einen einfachen Canal, sondern zeigt zuweilen eine Trennung in zwei besondere neben einander in den Urogenitalsinus ausmündende Canäle, deren jeder mit einem Uterus in Verbindung steht. Ein solches Verhältniss besteht in verschiedenem Grade ausgebildet bei einigen Nagern, und führt bei den Beutelthieren zu einer eigenthümlichen Form der Geschlechtswerkzeuge (Fig. 193. *B*), indem hier die oberen je ein Orificium uteri aufnehmenden Enden der beiden Scheidencanäle (o') mit einander verwachsen und in einem gegen den Urogenitalsinus (v) verlängerten Blindsack (v'') ausgedehnt sind. Ein den letzteren durchsetzendes Septum weist den Antheil nach, der jedem der beiden Scheidencanäle an dieser Einrichtung zukömmt.

Eine entweder an der Gränze zwischen Scheide und Scheidenvorhof, oder auch weiter gegen die Mitte der Scheidenlänge zu vorkommende Schleimhautfalte bildet die Scheidenklappe (Hymen), die besonders bei Wiederkäuern, Carnivoren u. a. von jener des Menschen auffällig verschieden ist. Am vollständigsten erscheint sie bei den Affen.

Für den männlichen Geschlechtsapparat der Säugethiere ist zunächst die bei den meisten auftretende Lagenveränderung der Hoden als eine neue Complicationen hervorrufende Erscheinung zu berücksichtigen. Die meist oval oder rundlich gestalteten Hoden verbleiben nämlich nur bei den unteren Ordnungen, wie Monotremen, Cetaceen *), in ähnlicher Lage wie es bei Vögeln und Reptilien gezeigt ward, an ihrer Bildungsstätte vor den Nieren oder doch in der Nähe derselben liegen, bei den übrigen senken sie sich meist weiter nach abwärts in einen vor dem Becken jederseits sich bildenden Canal (*Canalis inguinalis*), den sie bald mehr, bald minder nach abwärts treiben, und auf diesem Wege das Peritonäum vor sich ausstülpen, aus diesem sich eine doppelte Umhüllung bildend **). Bei vielen Säugethieren (z. B. beim Biber, Camel, Fischotter u. a.) bleiben

---

*) Auch einige Edentaten und Pachydermen z. B. Elephas zeigen dieses Verhalten.

**) Dem Scrotum der Säugethiere liegen zwei von einander wohl zu unterscheidende Bildungen zu Grunde. In dem einen Falle entsteht es aus einer am äusseren Ende des Leistencanales auftretenden Ausstülpung des Integumentes, so bei Beutelthieren, wo es weit vor der Penismündung liegt. Im anderen Falle geht es aus einer Modification der ursprünglich die Ausmündung des *Sinus urogenitalis* begränzenden Hautwülste hervor, die im weiblichen Geschlechte, wo die äusseren Genitalien keine weitere Fortentwickelung zeigen, zu den grossen Schamlippen werden. Alsdann ist das Scrotum näher oder ferner von der Penismundung, aber stets hinter derselben gelagert.

sie auf diesem Wege im Leistencanale, während sie bei anderen über das Niveau des Abdomens hervor noch weiter nach abwärts treten, und dann in einen durch eine Modification des Körperintegumentes gebildeten Hodensack aufgenommen werden. Sehr häufig nimmt dieser jedoch die Hoden nur zeitweise auf, indem während der Brunstzeit ein Rücktritt in die Bauchhöhle durch den hier stets offen bleibenden Leistencanal sich einleitet (Chiroptern, Insectivoren, Marsupialia, Rodentia). Mit dem Austritte der Hoden aus der Bauchhöhle, sei es bleibend oder nur vorübergehend, verbindet sich mit der gemeinschaftlichen Scheidenhaut ein besonderer Muskel (*M. cremaster*), der ein losgelöstes schleifenförmiges Bündel des *M. obliquus abdominis internus* ist.

Mit dem ähnlich wie beim Menschen gebauten Hoden ist immer ein Nebenhoden verbunden, auf dessen morphologische Bedeutung schon mehrmals aufmerksam gemacht wurde. Das aus diesem entstehende *Vas deferens* tritt mit dem der anderen Seite convergirend zum Blasenhalse, um etwas vor den Harnleitern auszumünden. Auf dem untersten Ende ihres Verlaufes zeigen die Samenleiter mit Ausnahme der Monotremen, Beutelthiere und Carnivoren, wie auch der fleischfressenden Wale, besondere Erweiterungen, einfacher oder verästelter Art, häufig sogar in Form von traubigen oder acinösen Drüsen oder Blinddärmchen, die nicht selten auch in grösserem Grade selbständig sind und nur mit ihrem Ausführgange in das Samenleiterende sich inseriren (Fig. 196. *gl*). Sie fungiren wesentlich als Absonderungsorgane, so dass ihrer Bezeichnung als *Vesiculae seminales*

Fig. 195.

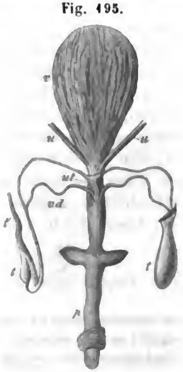


Fig. 196.

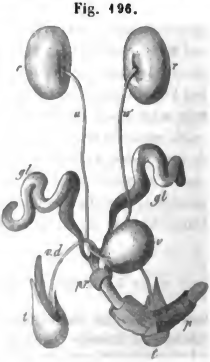


Fig. 195. Harn- und Geschlechtsorgane von *Lutra vulgaris* *v*. Harnblase. *u*. Ureteren. *t*. Hoden. *vd*. Samenleiter. *ut*. Männlicher Uterus. *p*. Ruthe.

Fig. 196. Harn- und Geschlechtsorgane von *Pteropus edulis*. *r*. Nieren. *u*. Ureteren. *v*. Harnblase. *t*. Hoden. *vd*. Samenleiter. *gl*. Samenbläschen. *pr*. Prostata. *p*. Ruthe.

nur ein untergeordnetes, sogar nur in seltenen Fällen zutreffendes Verhältniss zu Grunde liegt.

Ein andere den männlichen Urogenitalwegen angefügte Drüse ist die **Prostata** (Fig. 196. *pr*), eine in der Gegend der Ausmündung der *Vasa deferentia* die Harnröhre umgebende Drüsenschichte, die, obwohl äusserlich sehr verschieden zusammengesetzt, im Grunde jedoch immer aus traubigen, nur in ihren Ausführgängen sich verschiedenartig verhaltenden Follikeln besteht. Nicht selten enthalten ihre Ausführgänge grössere Hohlräume. In der Regel erhält sie einen starken Muskelbeleg*). Das Zerfallen der Prostata in mehrere oft etwas von einander entfernte Drüsengruppen hat mehrfach zu Verwechselungen mit einer anderen gleichfalls bei Säugethieren verbreiteten Drüsenform, den **Cowper'schen Drüsen**, Veranlassung gegeben, die mit Ausnahme der Beutelthiere immer nur zu einem Paare vorhanden sind, und meist nur mit einem, seltener mit mehreren Gängen in den *Bulbus urethrae* einmünden. Sie sind analog den bei den weiblichen Säugethieren (bei Wiederkäuern) am Eingange der Scheide liegenden Duvernoy'schen Drüsen, deren Aequivalente beim Menschen als Bartholin'sche Drüsen bekannt sind**).

Die durch die Gleichartigkeit der Drüsen an den Ausführwegen von beiderlei Geschlechtsorganen angedeutete, in der Entwickelung des ganzen Apparates der Harn- und Geschlechtswerkzeuge tiefer begründete Homologie einzelner Theile, wie der aus der Entwickelung wiederum erkennbare gemeinsame Plan für beide Geschlechter, empfängt eine fernere Stütze durch die wichtige Weber'sche Entdeckung des **männlichen Uterus**. Bei Säugethieren, deren Geschlechtsorgane von der embryonalen Bildung im geringeren Grade sich entfernt haben, wie bei Nagethieren (Hase, Biber), aber auch bei manchen andern findet sich zwischen Blase und Mastdarm ein in den *Sinus urogenitalis* sich öffnendes Organ vor, welches als das morphologische Aequivalent des weiblichen Uterus und der Scheide betrachtet werden muss. Die Form wie der Ausbildungsgrad dieses *Uterus masculinus* unterliegt manchen Verschiedenheiten, und häufig entspricht er in der Form jener des weiblichen, indem er bei der Ziege, beim Biber, beim Pferde und bei der Fischotter (Fig. 195. *ut*) in zwei Hörner ausläuft, und auch beim Delphin noch, obschon rudimentär geworden, durch eine Scheidewand in zwei Räume getheilt wird. Beim Hunde und

---

*) Dieser häufig zu einem mächtigen aus Muskeln sich entwickelnde Beleg besteht aus Faserzellen und kommt ähnlich auch als Ueberzug der Cowper'schen Drüsen vor.

**) Ueber den Drüsenapparat der Ausführwege der männlichen Genitalien liefert Leydig's Abhandlung: Zur Anatomie der männlichen Geschlechtsorgane etc. (Zeitschr. f. wiss Zool. Bd. II. p. 1), sorgfältige Untersuchungen, durch welche ausser der schon durch E. H. Weber begründeten richtigen Deutung der Samenbläschen, vorzüglich die differentielle Diagnostik der oben genannten äusserlich so verschieden geformten Drüsenanhänge wesentlich gefördert wurde.

Kaninchen ist er durch den Mangel der Hörner vom weiblichen Uterus verschieden, sowie er endlich bei den meisten Säugethieren auf eine kleine in die Substanz der Prostata eingesenkte längliche Blase zurücksinkt, die schon von Morgagni beim Menschen gekannte *Vesicula prostatica**).

Mit den Ausführwegen der Harn- und Geschlechtswerkzeuge der Wirbelthiere verbinden sich noch besondere entweder äusserlich angebrachte oder doch nach aussen hervorstülpbare Organe, die entweder nur dem männlichen Geschlechte zukommen, oder in beiden Geschlechtern Einem Plane folgend, nur verschiedengradig ausgebildet vorhanden sind. Die Beziehungen zu dem letzten Abschnitt der genannten Ausführwege und deren Vereinigung mit dem Ende des Darmcanals zu einer gemeinsamen als Cloake bezeichneten Cavität machen die Betrachtuug der letzteren mit den Begattungsorganen nothwendig. Zu solchen Begattungsorganen werden verschiedene Typen verwendet, die bei einzelnen Classen einander meist völlig fremd, eben nur in ihrem functionellen Werthe übereinkommen, allerdings mit der Beschränkung, dass auch hierin graduelle Ausbildung der einzelnen morphologisch zusammengehörigen Typen die Function wesentlich influenzirt.

Unter den Fischen fehlt bei der grösseren Mehrzahl, z. B. bei den Teleostei und Cyclostomen eine wahre Cloakenbildung und als Analoga von Begattungsorganen können nur papillenartige, die Mündung der Urethra, seltener auch jene der Generationsorgane tragende Verlängerungen des Integumentes betrachtet werden, die aber wohl nur in den seltensten Fällen zu einer wirklichen Copula in Beziehung stehen. Den Ganoiden gehen sie gänzlich ab, dagegen finden sich bei den Selachiern und Chimären eigenthümliche, die Männchen dieser Ordnungen auszeichnende paarige Anhänge vor, die am Becken zur Seite der Cloake sich anfügen und aus cylindrischen, am Ende dickeren und zangenartig gebildeten Stücken bestehen, die auf einer Seite rinnenförmig ausgehöhlt wohl bei der Uebertragung des Sperma eine Rolle spielen**). Von diesen äusseren Organen muss eine Papille unterschieden werden, die im Innern der Cloake angebracht, die Mündung des *Vas deferens* trägt und so der *Papilla urogenitalis* mancher Knochenfische analog erscheint. Dahin ist auch sonder Zweifel die in der Cloake der männlichen Tritonen liegende Papille

---

*) Ueber den *Uterus masculinus* handeln: E. H. Weber, Zusätze zur Lehre vom Baue und den Verrichtungen der Geschlechtsorgane. Leipzig 1846. — Van Deen (Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. I. pag. 295). — Endlich Leuckart in illustr. med. Zeitschr. Bd. I. 1852. idem in Todd, Cyclopaedia Bd. IV, pag. 1415. —

Dieser im Foetalleben entwickelte, später oder früher (am frühesten beim Schaafe) sich rückbildende Theil ist nur bei Edentaten und Monotremen vermisst worden, findet sich aber sonst bei Repräsentanten aller Ordnungen vor.

**) Das Gerüste dieser Haftorgane bildet eine Anzahl locker verbundener Knorpelhalbringe, die den von einer Schleimhaut überkleideten Halbcanal zusammensetzen.

zu rechnen, obgleich die *Vasa deferentia* nur an ihrer Basis ausmünden. Bei den übrigen Amphibien entbehrt die Cloake jeglicher auf ein Begattungsorgan reducirbarer Bildungen, während von den Reptilien an bei Vögeln und Säugethieren solche stets und zwar in beiden Geschlechtern der Anlage nach übereinstimmend vorhanden sind.

In allen drei Classen ist auch noch die Vereinigung der Harn- und Geschlechtswege mit dem Ende des Darmcanals zu einer Cloake*) eine typische Erscheinung, die aber nur bei den Reptilien und Vögeln und bei den Säugethieren unter den Monotremen und einigen Beutelthieren persistirt, indess die übrigen Säugethiere sie nur als ein vorübergehendes Entwickelungsstadium besitzen. In dem Uebergange von der Cloakenbildung zur Trennung der Analöffnung von der Mündung der im *Sinus urogenitalis* vereinigten Harn- und Geschlechtswege sind jedoch, wie bei allen aus Entwickelungsvorgängen und nicht aus einem differenten Plane resultirenden Zuständen, mehrfache Mittelstufen erkennbar, so dass bei einigen (z. B. vielen Nagethieren) die Urogenitalöffnung noch dicht vor dem After liegt, und auch bei den Weibchen der übrigen Säugern durch eine nur schmale Brücke (dem Perinäum) davon geschieden bleibt, indess beim männlichen Geschlechte eine grössere Entfernung beider Oeffnungen durch die Ausbildung der Begattungsorgane erzielt wird. —

Was speciell die Begattungswerkzeuge der drei höheren Wirbelthierclassen angeht, so ist zunächst deren Organisation nach zwei differenten Typen hervorzuheben. Der eine davon hat seine Verbreitung bei den Schlangen und Eidechsen. Hinter der Cloake liegen zwei, bei beiden Geschlechtern nur durch die Grösse verschiedene, in besonderen Höhlungen geborgene, mit ihren Oeffnungen in die Cloake gerichtete Schläuche, welche in ihren an eigenen Muskeln sich anfügenden Enden häufig nochmals getheilt sind. Sie können hervorgestülpt werden und zeigen alsdann beim männlichen Geschlechte auf ihrer Oberfläche von der Mündung des Samenleiters in der Cloake beginnende Rinnen, die auch auf die Theilungen des Endes übergehen, so dass das ganze paarige Begattungsorgan in ausgestülptem Zustande mit den, jedenfalls derselben Bildungsreihe angehörigen Haftorganen der Selachier sich vergleichen lässt**).

---

*) Die Cloake ist bei den Vögeln an ihrer hinteren oder oberen Wand mit einem zwischen beiden Ureteren sich lagernden Beutel, der sogenannten *Bursa Fabricii* (Fig. 192. *b*), versehen, die mit einer weiten Oeffnung in die Cloakenhöhle ausmündet, und ihre grösste Ausbildung im früheren Alter besitzt. Das Vorkommen von Drüsen in der Schleimhautauskleidung lässt sie als ein Secretionsorgan erscheinen, und eine gleiche Bedeutung besitzet auch das bei einigen Schildkröten, z. B. *Emysaurus* (Fig. 191. *c c'*) in die Cloake mündende Blindsackpaar.

**) Diese Ansicht wird noch dadurch gestützt, dass bei Eidechsen (*Tupinambis*) am Ende des ausgestülpten Penis zwei Knorpelplatten vorhanden sind. — Die Ueberkleidung dieser Ruthen ist sehr mannichfaltig. Bald ist es blosse Schleimhaut (*Python*), bald finden sich Falten, hornige Schüppchen oder gar Stacheln vor (*Crotalus*). — Mannichfach ist auch das Verhalten der Penisenden. Einfach bleibt jeder Penis bei *Coluber*, bei *Ameiva* und *Tupinambis*; gespalten ist das Penisende bei *Python*, *Lacerta* u. a.

Die oben erwähnte Bildung ist auch theilweise noch bei den Vögeln vertreten. Beim dreizehigen Strausse (*Rhea americana*), dann bei Enten und Gänsen ist nämlich ein ausstülpbares, mit festen Wandungen versehenes Rohr vorhanden, welches im ausgestülpten Zustande zwar eine in die Cloake leitende Rinne bildet, jedoch nicht mehr durch Muskeln, wie der Doppelpenis der Saurier und Ophidier, sondern durch ein elastisches Band zurückgezogen wird. Gestützt wird dieses Rohr durch zwei von der Vorderwand der Cloake entspringende fibröse Körper, an welche das blinde Ende des Rohrs festgewachsen ist, und zwischen denen auch das offene Ende des Rohres einmündet, so dass die zwischen beiden Körpern beginnende Rinne in jene der ausstülpbaren Hälfte des Rohrs direct sich fortsetzt*).

Den anderen Typus repräsentiren ausschliesslich fibröse oder cavernöse dem Penis als Grundlage dienende Körper.

Dem zweizehigen Strausse, wie den Schildkröten und Crocodilen geht ein ausstülpbarer Theil vollständig ab und es zeigt sich die Ruthe in ihrer Grundmasse wesentlich durch die beiden, schon bei den oben erwähnten Vögeln vorhandenen fibrösen Körper gebildet, die mit ihrer breiten Basis von der vorderen Wand der Cloake entspringen, und eng mit einander verbunden von Schleimhaut überkleidet sind (Fig. 191. *p*). Oben befindet sich zwischen beide fibröse Körper eingesenkt eine Rinne (*s*), die bei den Crocodilen und den Schildkröten am Anfange, und beim Strausse längs ihrer Ausdehnung mit cavernösem Gewebe ausgekleidet erscheint. Indem dieses Gewebe vorn am Ende der fibrösen Körper (beim Strausse aus der Fortsetzung eines elastischen dritten Körpers, der unter den beiden fibrösen liegt, hervorgegangen) reichlicher wird, bildet sich ein schwellbarer Wulst, als das Analogon der *Glans penis* der Säugethiere.

Besondere an die fibrösen Körper sich inserirende Muskeln wirken als Rückzieher der Ruthe, die bei den straussartigen Vögeln noch eigene Hebemuskeln besitzt.

Die Begattungsorgane der Säugethiere reihen sich im Wesentlichen an den bei Crocodilen und Schildkröten ausgesprochenen Bauplan, zeigen denselben jedoch bis zu einer viel höheren Entwickelungsstufe ge-

*) Diese Einrichtung ist nur in rudimentärer Weise auch bei den Weibchen vertreten und bildet dort eine Clitoris. Es schliessen sich ferner noch die *Casuare*, sowie nach Tschudi (Müll. Archiv 1843. p. 472) die *Penelopiden* an. — Bei den übrigen Vögeln kommen entweder nur kurze zangenförmige Rudimente einer Ruthe bald mit (*Crypturus*), bald ohne Rinne vor (*Platalea*, *Otis* u. a.). Eine blosse Warze repräsentirt die Ruthe der Raubvögel, und bei den meisten übrigen Vögeln fehlt selbst jede Spur eines Begattungsorganes.

Ueber die Ruthenbildung der Vögel und Reptilien vorzüglich in vergleichender Beziehung ist von grossem Belange J. Muller's Abhandlung: Ueber zwei verschiedene Typen in dem Bau der erectilen männlichen Geschlechtsorgane bei den straussartigen Vögeln etc. Abh. d. Berl. Academie 1838.

leitet, indem die in jenen Ordnungen bestehende Furche bei den Männchen der Säugethiere immer als geschlossener Canal erscheint. Die beiden fibrösen Körper der Ruthe der Schildkröten etc. haben sich in einen Canal umgewandelt, dessen Wandungen aus cavernösem Gewebe bestehen und so das *Corpus cavernosum urethrae* bilden, welches bei Beutelthieren sogar noch einen paarigen Bulbus besitzt, in allen Fällen aber den vordersten Theil des Penis darstellt, die in Form und Grösse vielfach variirende Eichel.

Bei den Monotremen liegt der von zwei Schwellkörpern (*Corp. cav. urethrae*) gebildete kurze Penis in einer in die Cloake einmündenden Tasche und kann vermittels eines Muskels dem Urogenitalcanal genähert, durch eine an seiner Wurzel in der Nähe der Ausmündung des *Sinus urogenitalis* in die Cloake befindliche Oeffnung das Sperma aufnehmen. So tritt er ausschliesslich in Beziehungen zum Geschlechtsapparate, indess der Harn einfach durch die Cloake seinen Abfluss findet.

Bei den Beutelthieren kommen noch zwei *Corpora cavernosa penis* als neue Theile hinzu, die dann bei den übrigen Säugern von den Sitzbeinen entspringen und sich, mit Ausnahme einiger durch eine Verschmelzung der sämmtlichen *Corpora cavernosa* ausgezeichneten Beutelthiere derart mit dem *Corp. cavernosum urethrae* verbinden, dass letzteres in eine von ihnen gebildete untere Furche sich einbettet. Auch die *Corp. cavernosa penis* können unter einander verschmelzen (z. B. bei den Hufthieren), oder doch nur durch unvollständige Septa getrennt sein (Maki).

Was die Formverschiedenheiten der Eichel angeht, so zeigen sich die bei Monotremen und Beutelthieren vorkommenden Theilungen dieses Organes als die auffallendsten Bildungen, von denen namentlich die bei Ornithorhynchus einfache, bei Echidna zwiefach vorhandene und damit zu vier Lappen führende, Theilung an die Theilung des Penisendes mancher Schildkröten (Trionyx) sich auch darin anschliesst, dass der Canal wie dort die Halbrinne den Theilungen folgt*). Unter den Beutlern ist der Theilungsgrad ein verschiedener und kann von der blossen Lappenbildung zur vollkommenen Spaltung (Fig. 197. *a b*) führen, wie sie z. B. in den Gattungen Didelphis, Phalangista u. a. vertreten ist. In allen diesen Fällen liegt eine selbständige Entwickelung der anfänglich paarigen Schwell-

Fig. 197.



Fig. 197. Gespaltener Penis von *Didelphis philander*. *a. b.* die beiden Hälften der Eichel. *s.* Furche auf der Innenfläche derselben. *p.* Afteröffnung. *x.* behaarte Umgebung des dicht hinter der Vorhautöffnung gelegenen Afters. (Nach Otto.)

*) Am Ende jeder Eichelhälfte sind bei Ornithorhynchus vier lange Papillen angebracht, an deren Spitze die Mündungen des Ruthencanals liegen. Aehnlich ist es auch bei Echidna. Papillen, Schuppen oder festere Stacheln kommen auf der Oberfläche der Eichel von Nagern und Carnivoren vor.

körper zu Grunde. Bei einigen Beutelthieren und allen übrigen Säugethieren ist die Eichel einfach, und an ihrem Ende trägt sie die Mündung der Harnröhre.

Die Ruthe vieler Säugethiere (Nager, Carnivoren, Chiroptern u. a.) erhält eine besondere Stütze durch einen in ihrem Innern befindlichen Knochen, der in Ausdehnung und Form in der Regel den Verhältnissen der Ruthe entspricht, und auf jene keineswegs der typischen Sceletbildung untergeordneten Ossificationen der Bindesubstanz zurückgeführt werden muss, wie sie auch sonst an anderen Theilen mit einiger Regelmässigkeit vorkommen. Die bei den straussartigen Vögeln vorhandenen Levatoren und Retractoren bestehen nur noch bei einem kleinen Theile von Säugethieren fort, dagegen sind im *m. bulbo-cavernosus* und den *mm. ischio-cavernosi* nur diese Classe auszeichnende Eigenthümlichkeiten aufgetreten, die mit den Einrichtungen beim Menschen im Allgemeinen und Wesentlichen übereinstimmen.

Fig. 198.



Eine die Eichel bergende Hautduplicatur, als deren Aequivalent bei den Monotremen die den Penis von der Cloake abschliessende Tasche gelten muss, bildet bei den Säugethieren die Vorhaut (*Praeputium*), welche häufig die Ausführgänge besonderer Drüsenapparate aufnimmt. Solche Drüsen sind theils modificirte Talgdrüsen, theils Organe specifischer Natur; sie sind namentlich bei Nagethieren ziemlich entwickelt. Am bekanntesten sind sie beim Biber als unter dem Becken gelagerte Drüsen (Bibergeilsäcke), und auch die Vorhautdrüsen einiger Wiederkäuer zeichnen sich durch ihre Mächtigkeit aus. Zu solchen Drüsen wird wohl auch die zwar vor dem Penis liegende und dicht vor dem Präputium ausmündende Moschusdrüse der Moschusthiere zu rechnen sein, die sowohl ihrer Grösse als eigenthümlichen Secretes wegen am meisten bemerkenswerth wird*).

Mit einer beträchtlicheren Grösse des Penis und der dessen Eichel umhüllenden Vorhaut treten bei den Hufthieren, auch bei manchen Carnivoren besondere, den Penis abziehende und das Präputium vorziehende Muskeln auf**), zu denen auch noch bei einigen ein *Erector penis* hinzukommt.

Der gesammte Apparat der männlichen Begattungsorgane trifft sich in seiner Anlage auch beim weiblichen Geschlechte mit den durch

Fig. 198. Penisknochen von *Mustela martes*.

*) Vergl. Brandt u. Ratzeburg, mediz. Zoologie. Berlin 1829. p. 27 u. 45. Leydig, Zeitschr. f. w. Zool. Bd. II. p. 1.

**) Von diesen sind namentlich die sogenannten »Afterruthenbänder« als Retractoren des Penis, und ein Paar an die Vorhaut tretende Hautmuskeln als *protractores praeputii* zu nennen.

die Ausbildung des ursprünglichen *Sinus urogenitalis* zu einem weiteren Canale (der Scheide und dem Scheidenvorhof) bedingten Modificationen. Das keine Immission vollziehende Begattungsglied ist an Grösse seinem männlichen Homologon beträchtlich nachstehend und erscheint als Clitoris, die auch insofern einen niederen Zustand repräsentirt, als der ihre Eichel bildende Schwellkörper nicht durchbohrt erscheint, vielmehr auf jener Stufe sich darstellt, auf der in einer früheren Entwickelungsperiode auch die männliche Ruthe, aber nur vorübergehend, sich fand, da ihr Urethralcanal noch nicht gebildet, auch noch nicht einmal durch die spätere auf der Unterseite der Ruthe auftretende Rinne repräsentirt war*).

Zu den Organen der Fortpflanzung zählen noch mehrfache Hülfsapparate, von denen die dem Schutze und der Erhaltung der Brut gewidmeten die wichtigsten sind. Es bestehen zu diesem Zwecke unter den Wirbelthieren vielfache nur durch ihren functionellen Werth zusammenhängende Bildungen: Bruttaschen oder Behälter zur Aufnahme der Eier oder der Jungen, und Drüsenorgane (Milchdrüsen), deren Secret den geborenen Jungen noch eine Zeitlang nach der Geburt die nöthige Nahrung liefert

Die Bruttaschen werden grösstentheils durch Wucherungen des Integumentes gebildet, welches entweder einfache, einen Beutel darstellende Duplicaturen formirt, oder um jedes einzelne Ei eine besondere Hülle bildet. Erstere Form ist schon bei den Fischen vertreten: in der Bruttasche am Bauche der männlichen Syngnathen; sie findet sich auch bei Amphibien am Rücken des Beutelfrosches (Notodelphis), wo die Weibchen eine weite durch eine Spalte nach hinten zu geöffnete Tasche besitzen, in denen die Eier ihre Entwickelung durchlaufen. Die andere Form von Bruttaschen wird bei Pipa getroffen, bei denen die einzelnen Eier auf dem Rücken des Weibchens in besonderen Hautwucherungen sich entwickeln. Eine Bruttasche ist ferner unter den Säugethieren bei den Marsupialen vorhanden. Bei dieser nur unreife Junge gebärenden Ordnung bildet eine am Bauche bestehende, mit einer besonderen Musculatur ausgestattete Hautduplicatur bei vollständiger Entwickelung einen die Zitzen

---

*) In der letzteren Form tritt die beträchtlich grosse Clitoris der Klammeraffen (*Ateles*) auf, und kommt somit durch ihre Beziehungen zur Ableitung des Harns dem männlichen Penis am nächsten. Auch bei Nagethieren und einigen Carnivoren ist die Clitoris von ansehnlicher Grösse, immer aber wird durch ihre Form, und namentlich durch die Gestalt ihrer Eichel jene der männlichen Ruthe wiedergegeben.

Für die Literatur der Harn- und Geschlechtsorgane ist ausser den citirten Schriften noch anzuführen: R. Leuckart, zur Morphologie u. Anatomie der Geschlechtsorgane. Göttingen 1847. — H. Meckel, Zur Morphologie der Harn- u. Geschlechtswerkzeuge. Halle 1848. — Lereboullet, *Recherches des organes genitaux sur les animaux vertébrés. Nov. act. Acad. Leop. Carol.* (*Vol. XXIII. P. I.*) 1851.

umgebenden Sack, der bei einigen (z. B. Didelphis) nur durch ein paar seitliche Hautfalten vertreten sein kann.

Die für die Säugethiere charakteristischen Milchdrüsen bieten in Zahl, Grösse und Lagerung je nach den einzelnen Ordnungen und Familien eine Reihe von Verschiedenheiten dar. Sie öffnen sich auf papillenförmigen, nur den Monotremen abgehenden Erhebungen (Zitzen) nach aussen, und diese finden sich regelmässig an der ventralen Oberfläche des Körpers, in der Regel in symmetrischer Anordnung*). Obgleich nur beim weiblichen Geschlechte in Function tretend, fehlen sie doch auch den Männchen nicht völlig und lassen also auch hier, wenn auch oft nur aus dem Vorhandensein der Papillen die ursprüngliche Gleichartigkeit der Anlage beider Geschlechter erkennen.

*) Am zahlreichsten (10—12) und von der Brustgegend bis zur Weiche vertheilt kommen die Zitzen bei einigen Nagethieren und Carnivoren vor. Bei anderen dieser Ordnungen reduciren sie sich bis auf 4. Bei Dickhäutern und Wiederkäuern finden sich 2—4 meist am Abdomen gelagert. Zwei Zitzen weisen die fleischfressenden Walthiere zur Seite der Geschlechtsöffnung auf (Fig. 194. *m m'*) und zwei Milchdrüsen liegen bei den pflanzenfressenden Walen, bei Chiropteren und Affen an der Brust. — Bei den Beutelthieren werden die Zitzen von einem die Entleerung der Milch befördernden Muskel (*compressor mammae*) umgeben, der auch auf der Milchdrüse der Monotremen vorhanden ist.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

Date Due

~~DEC 1974~~	
JUL 10 1975	
~~JAN 76~~	
~~MAY 76~~	
~~JUL 76~~	